

第 17 号

岐阜大学

流域圏

平成 30 年度 年次報告

科学研究センター報告

2019年3月

岐阜大学流域圏科学研究センター

平成30年度 流域圏科学研究センター 年次報告（第17号）

目 次

1. 平成30年度流域圏科学研究センター組織	1
2. 平成30年度における主な活動と行事	2
(1) 岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム	2
(2) 拠点化事業報告	6
(3) 第3回流域圏保全研究推進セミナー開催報告	10
(4) 国際セミナー報告	12
3. 平成30年度研究成果と研究活動	13
(1) 教員の研究概要	13
(2) 教員の研究活動・社会活動	74
(3) 外国人研究員・非常勤研究員実績	106
(4) 高山試験地報告	108

<付属資料>

マスメディア等における教員の活動紹介

センター組織表

平成30年度															(H31.3.31現在)
部門	研究分野	教授	准教授	助教	助手	外国人専任准教授	国内専任教授	業務役員	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 (研究推進課)	事務職員 (研究推進課)	事務補佐員 技術補佐員
植生資源研究部門	植生機能	大塚 俊之			吉竹 晋平										
	植生管理	景山 幸二	津田 智	日草野綾香 (兼任)											大坪佳代子
	植生生理生態	村岡 裕由		斎藤 琢							南野 亮子				
	植生景観						村山 昌平 (国・県単位総合研究員)								
水系安全研究部門	水系動態	玉川 一郎	原田 守啓	(丸谷 靖幸)				小林 智尚 小嶋 智 吉野 純 大西 健夫	RAHMA YANDA			永山 滋也			
	水質安全	李 富生	廣岡佳弥子	市橋 修 (兼任)			渡辺 昇 (環境公営事業株式会社 技術顧問) 後藤 幸造 (京都府入社団体協会 参考)	山田 俊郎	Sartaj Ahmad Bhat			松井 智代 鈴木 ことえ			
	水系安全国際 (外国人専任1名)	VIG Adarsh Pal													
	環境資源解析	栗屋 善雄	児島 利治					平松 研 石田 仁							
流域情報研究部門	地盤災害診断	杉戸 真太 (兼任)	久世 益充					能島 暢呂							
	流域安全		小山 真紀				太田 裕 (京都府農林科学研究所)				相原 征代				
	流域水環境リーダー 育成プログラム推進室		魏 永芬	石黒 泰											石神貴美子
共同研究支援室	(村岡 裕由)			丸谷 靖幸 (兼任)									(鈴木 浩二)		伊藤 雪絵 (平塚 肇) (大坪佳代子)
事務室														神谷 康一 岡本 竜太	米田 多江 川瀬恵美子
高山試験地					(吉竹 晋平)								鈴木 浩二		平塚 肇

2. 平成30年度における主な活動と行事

（1）平成30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による実施期間（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する第Ⅱ期の事業を開始した。平成30年度は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、育成対象候補者の募集・選定および来日前後の指導・支援を行った。

2. 在籍中の育成対象者と育成対象候補者の受入れ

1) 在籍中の育成対象者

平成30年度は6カ国48名の育成対象者（日本21名、中国13名、インドネシア9名、バングラデシュ3名、ベトナム1名、モンゴル1名）が在籍し、その内訳は修士課程が1年生16名（日本人学生11名、留学生5名）、2年生15名（日本人学生9名、留学生6名）の計31名、博士課程が1年生5名（留学生のみ）、2年生4名（日本人学生1名、留学生3名）、3年生8名（留学生のみ）の計17名である。ただし、博士課程1年5名の中の2名は連合農学研究科に入学した2名（インドネシア1名（英語特別プログラム）、ベトナム1名（国費留学生））を本プログラムにおいても10月より育成対象者として受け入れた者である。

2) 育成対象候補者の受入れ

4カ国（インドネシア、中国、バングラデシュ、フィリピン）10名の応募者から、環境リーダー候補者選定委員会において6名（インドネシア3名、中国2名、バングラデシュ1名）を修士課程の育成対象候補者として選定した。選定した6名は平成30年10月より研究生として受け入れた。

3. 教育活動

1) 修士課程の育成対象者

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

・環境リーダー特論（3科目；各1単位）

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

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

・環境リーダー育成特別演習（後学期、1単位）

学生はLife Cycle Assessment (LCA) 関連の英文書籍の輪読を行い、LCAの意義や手法を学んだ後に、連携協力関係にある岐阜市北部プラントおよび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の現場調査を行った。その後、大学で資料調査・討議・データ解析などを行い、LCAを用いて調査した事業の環境評価を行った上で、プログラム受講生に対して英語で発表を行った。平成30年度は「下水汚泥からのリン回収事業」、「剪定枝からの木質ペレット燃料の製造」の2つの課題を設定した。推進室教員は、輪読の指導、事業担当責任者との調整、現場への引率、現場通訳、討議・データ解析・発表資料お

よびレポート作成の指導を行った。



図1 環境リーダー育成特別演習 現場調査（左）と成果発表（右）

- ・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）

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。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交流をも兼ねて、セミナー形式で講義を行った。本特論は「地球環境セミナーI」と合同で年16回を実施した。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論結果の総括から構成される。グループによる発表の他，6名の博士課程3年生による学位研究の紹介も取り入れた。

推進室教員は10区分約150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2 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
学生のグループでの発表（左）とグループディスカッション（右）

2) 博士課程の育成対象者

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

- ・環境ソリューション特別演習Ⅰ（後学期，1単位）

環境問題の将来の動向を知り，有効な解決策を見出すためには，政治・経済・文化など環境問題と密接に関係する社会的・文化的背景を知ることが目的とし，政治・経済・文化に関する文献から，過去・現在・未来にわたる動向を知るとともに，それらが実社会とどのようなかかわりがあるかについての現場調査や文献調査を行い，その結果をまとめ，英語で発表した。平成30年度は「国際関係と環境問題の解決策」，「土地利用とその影響」の2つの課題を設定した。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。

- ・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，平成30年度は4名が受講した。受講学生による2回の公開模擬講義「水環境」を7月

20 日と 7 月 27 日に岐阜大学で行った。

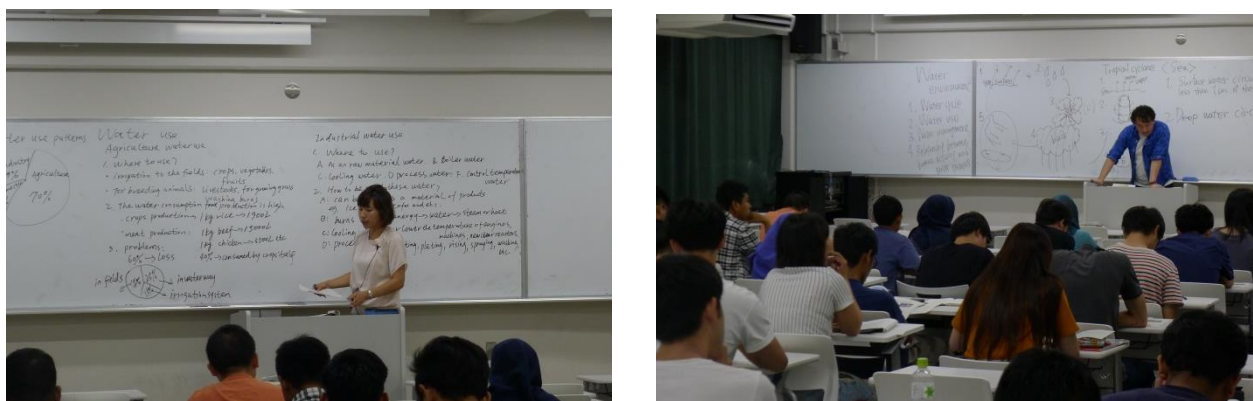


図3 公開模擬講義の実施風景

・地球環境セミナーⅡ（通年2単位）

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

4. 学外研修

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

1) 国内グループインターンシップ

一般財団法人岐阜県環境管理技術センターを受入機関とし，本プログラムの修士課程1年の留学生6名と博士課程1年の留学生1名の合計7名が2グループに分かれて，9月3～7日と10日～14日のそれぞれ5日間で研修を行った。本研修では浄化槽による個別污水处理システムの現場検査を実践すると共に，同センター環境部で行われている水質分析業務を行った。



図4 浄化槽の現場研修と水質分析業務

2) 海外グループインターンシップ

9月16日～23日の8日間の日程で，中国宜興環境保護科学技術工業園管理委員会を窓口とし，中国の宜興市，南京市，上海市の3都市で実施した。修士1年生11名，修士2年生1名の計12名の日本人育成対象者が参加し，中国の水処理技術や環境保全対策，環境に係わる都市の交通や衛生状況，食文化，生活文化等について研修を行った。また南京師範大学にて，参加者全員とその人数に相当の南京師範大学水環境分野の大学院生との合同研究発表会を開催し，英語による研究内容の紹介以外に，交流と親睦を深めた。



図5 中国宜興市での研修風景

5. シンポジウム等

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

- ・ 10月18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 2018」を開催した。本プログラムからは12名の学生が発表を行い、2名が Best Presentation Award を受賞した。
- ・ 12月18日にフィリピン大学附属ルーラル高校の生徒5名および教員2名からなる訪問団を受入れ、本プログラムの学生7名を講師とした実験講座・研究講座を行った。
- ・ 修了生の活躍状況の把握、修了生と在校生の交流を深めるため、修了生2名を招聘し、12月19日に講演会を開催すると共にその翌日に修了生と在校生の懇談会を実施した。
- ・ 3月15日、ぎふメディアコスモスにて開催された（一財）岐阜県環境管理技術センター主催の「第10回環境活動NPO等市民団体報告会 ぎふ・水環境ネットワーク総会」において修士課程1年の留学生在が自国の文化と水環境の状況、大学での研究について日本語で発表した。
- ・ 3月14日～18日中国華南理工大学と合同で"The 1st Joint International Seminar and Field Studies of South China University of Technology and Gifu University on Water Treatment and Waste Management"を開催し、推進室教員、育成対象者3名、育成対象候補者1名が研究発表を行うとともに、プログラムの紹介も行った。



図6 修了生による講演



図7 第10回環境活動NPO等市民団体報告会
ぎふ・水環境ネットワーク総会における留
学生の日本語での発表

6. 情報発信

- ・ 日本語・英語・中国語のホームページ (<http://www.green.gifu-u.ac.jp/BWEL/index.html>) を更新し、情報公開を行った。
- ・ ニュースレター（和文英文併記）26号、27号、28号を発行した。

（2）平成 30 年度 共同研究支援室 活動報告

所 属：流域圏科学研究センター共同研究支援室

氏 名：村岡 裕由, 丸谷 靖幸, 鈴木 浩二, 平塚 肇, 大坪 佳代子, 伊藤 雪絵

岐阜大学流域圏科学研究センターは、植生資源研究部門、水系安全研究部門、流域情報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、そして当センターにおける学内外の研究者や学生等による共同利用・共同研究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 年度からは文部科学省の支援を受けながら、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拠点」を共同利用・共同研究拠点として立ち上げる準備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。本学における拠点機能強化事業の一環として、「共同研究・研究集会公募事業」を実施しており、共同研究支援室は本事業の事務局として活動しています。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、重点研究課題 7 件、一般研究課題 14 件、研究集会課題 2 件の計 23 件の応募があり、これら全ての課題が実施されています。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。平成 31 年度も同様に本事業を実施する予定であり、公募要領等の見直しを本支援室が中心となって進めています（すでに一般課題の募集を開始しています）。

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

平成30年度 共同研究・研究集会公募事業 採択・実施課題一覧

重点研究課題

課題番号	課題名	代表者（所属機関）	センター 受入研究者
2018-F-001	庄川・神通川を対象とした流域保全シナリオの開発 —流域圏シミュレーターの利活用—	呉 修一 （富山県立大学）	丸谷 靖幸 原田 守啓
2018-F-002	気候変動が桜の開花季節による文化的な生態系サ ービスに及ぼす影響評価II	永井 信 （海洋研究開発機構）	斎藤 琢 吉竹 晋平
2018-F-003	Eco-DRR 施設群の性能評価に関する基礎的研究	瀧 健太郎 （滋賀県立大学）	原田 守啓
2018-F-004	微生物燃料電池による下水からのクリプトスポリ ジウム原虫の除去	村越 ふみ （京都府立医科大学）	廣岡 佳弥子
2018-F-005	高山試験地と位山演習林の流域間比較研究の可能 性検討と予察的調査	大西 健夫 （岐阜大学）	吉竹 晋平
2018-F-006	落葉広葉樹林における無人航空機を用いた森林構 造検出法の開発 -ドローンによる森林構造の簡易 推定を目指して-	友常 満利 （早稲田大学）	吉竹 晋平
2018-F-007	森林整備による生物多様性と水源涵養・洪水緩和機 能への影響評価モデルの構築および受益意識調査 への応用：長良川最上流域を対象として	太田 貴大 （長崎大学）	児島 利治

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
2018-G-001	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
2018-G-002	気候変動に伴う落葉広葉樹の樹幹形成フェノロー ジーおよび年輪構造変動のメカニズムの解明	安江 恒 （信州大学）	村岡 裕由 斎藤 琢
2018-G-003	高山に生育する温帯性針葉樹の肥大成長と気候要 素との関係	安江 恒 （信州大学）	村岡 裕由 斎藤 琢
2018-G-004	長期継続的な樹種ごとの葉群バイオマスと葉面積 指数の取得	永井 信 （海洋研究開発機構）	村岡 裕由 斎藤 琢 吉竹 晋平
2018-G-005	デジタルカメラと分光放射計による長期連続的な 植物季節観測	永井 信 （海洋研究開発機構）	村岡 裕由 斎藤 琢 吉竹 晋平
2018-G-006	高山試験地における大気および植生パラメータ自 動観測に関する研究	岩男 弘毅 （産総研）	村岡 裕由
2018-G-007	将来の気候及び土地利用変化が河口域に存在する 湖沼に与える影響評価	矢島 啓 （島根大学エスチュアリー 研究センター）	丸谷 靖幸
2018-G-008	冷温帯落葉広葉樹林における炭素循環の変動に関 する研究	村山 昌平 （産業技術総合研究所）	村岡 裕由
2018-G-009	岐阜県の冠雪害発生予測技術の開発	久田 善純 （岐阜県森林研究所）	原田 守啓 斎藤 琢 丸谷 靖幸
2018-G-010	液中プラズマを用いた水耕栽培用培養液のピシウ ム菌殺菌技術の開発	安井 晋示 （名古屋工業大学）	景山 幸二
2018-G-011	LiDAR 情報を活用した流域レベルでの高蓄積林分 の成立条件の解明	壁谷 大介 （森林総合研究所）	栗屋 善雄

平成30年度流域圏科学研究センター年次報告（第17号）

2018-G-012	航空レーザ測量データを用いて広域で林分構造を判定する手法の研究	久田 善純 (岐阜県森林研究所)	栗屋 善雄
2018-G-013	分布型土壌浸食モデルによる徳山ダム堆砂量の評価	大橋 慶介 (岐阜大学)	児島 利治
2018-G-014	ヒノキ根株腐朽病の防除対策に向けた木材腐朽菌の実態解明	片桐 奈々 (岐阜県森林研究所)	景山 幸二

研究集会

課題番号	課題名	代表者（所属機関）	センター 受入研究者
2018-W-001	日本・ノルウェー共同教育プログラム「高山・北極における植物生態学実習」における高山試験地での生態学野外実習	内田 雅己 (国立極地研究所)	村岡 裕由 吉竹 晋平
2018-W-002	流域圏保全研究ワークショップ	丸谷 靖幸 (岐阜大学)	丸谷 靖幸 吉竹 晋平

共同研究（センター教員関連分）

課題番号	課題名	代表者	参画機関
2018-C-001	卵菌類の分類・生態に関する研究	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター
2018-C-002	<i>Phytophthora</i> 属菌（4 菌株）の分譲	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・鹿児島県農業開発総合センター
2018-C-003	<i>Pythium</i> 属菌の分譲（2 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・シンジェンタ ジャパン株式会社ローンアンドガーデン事業本部
2018-C-004	<i>Pythium</i> 属菌の分譲（2 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・岐阜大学・応用生物科学部
2018-C-005	<i>Pythium</i> 属菌の分譲（1 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・シンジェンタ ジャパン株式会社ローンアンドガーデン事業本部
2018-C-006	<i>Phytophthora</i> 属菌の分譲（5 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・宮崎県総合農病試験場・生物環境部
2018-C-007	<i>Phytophthora</i> 属および <i>Pythium</i> 属菌の分譲（各 1 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・大阪市立大学大学院・医学研究科
2018-C-008	<i>Phytophthora</i> 属菌の分譲（6 菌株）	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・Mendel University in Brno
2018-C-009	<i>Phytophthora</i> 属菌（2 菌株）および <i>Pythium</i> 属菌（1 菌株）の分譲	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・佐賀大学・農学部
2018-C-010	PCR による土壌検診の技術研修	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・アグロ カネショウ（株）・地術普及部
2018-C-011	サトイモ疫病菌の LAMP による検出の技術研修	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・千葉県農林総合研究センター
2018-C-012	分子系統樹の作成法の研修	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・岐阜大学・応用生物科学部
2018-C-013	黒ウコン高温性 <i>Pythium</i> 属菌の種同定	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・三重県農業研究所
2018-C-014	サトイモ疫病菌の土壌診断	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・千葉県農林総合研究センター
2018-C-015	セルリーで萎れ症状の診断	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・長野県野菜花き試験場
2018-C-016	テーブルビートの根腐れ症状の診断	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・岐阜県農業技術センター

平成30年度流域圏科学研究センター年次報告（第17号）

2018-C-017	日本における樹木疫病菌被害の発生リスク評価	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・森林研究・整備機構森林総合研究所
2018-C-018	サトイモ疫病菌の卵胞子発芽試験法の研修	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・鹿児島農業開発総合センター
2018-C-019	サトイモ疫病菌の土壌からの検出技術の研修	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・愛媛県農林水産研究所
2018-C-020	有害動植物の検出・同定技術の開発	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・農研機構中央農業研究センター
2018-C-021	産地崩壊の危機！リスク軽減によるサトイモ疫病総合防除対策技術確立試験	景山 幸二	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・愛媛県農林水産研究所
2018-C-022	植生遷移に伴う落葉広葉樹林生態系機能の環境応答特性の変遷とその変動機構の解明	斎藤 琢	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・海洋研究開発機構
2018-C-023	雪害によるスギ樹冠損失が幹表面からの呼吸に及ぼす影響の解明	斎藤 琢	・岐阜大学流域圏科学研究センター
2018-C-024	レーザー伝送に影響する大気乱流状態解析の研究	玉川 一郎	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・川崎重工株式会社・防衛システム設計部 ・岐阜大学・工学部
2018-C-025	ローカスケールにおける気候変動影響評価に向けた再解析データの利用方法の検討	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・東京大学大学院・工学系研究科
2018-C-026	流域からの物質流出量の予測手法に関する研究	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・東京大学大学院・工学系研究科 ・神戸大学大学院・工学研究科 ・京都大学・地球環境学堂
2018-C-027	陸域から流出する水・栄養塩が沿岸域生態系に与える影響	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター ・大阪大学大学院・工学研究科
2018-C-028	気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響に関する検討	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・防災科学技術研究所 ・気象研究所
2018-C-029	ディープラーニングによる洪水予測手法に関する検討	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・三井共同建設コンサルタント
2018-C-030	将来の気候・社会変化を踏まえた流域圏の水環境保全に向けた検討	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・東京大学大学院・工学系研究科
2018-C-031	流域圏における水・物質循環機構解明に向けた水循環モデルの構築	丸谷 靖幸	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・北見工業大学・工学部
2018-C-032	幹線水路施設における耐震性評価のための強震動予測	久世 益充	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・(株)葵エンジニアリング
2018-C-033	北方町における詳細震度分布推定	久世 益充	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・(株)ティコク
2018-C-034	災害を考慮した地域の持続性に関する研究	小山 真紀	・岐阜大学流域圏科学研究センター ・岐阜大学・工学部 ・兵庫県立大学

（3）第3回流域圏保全研究推進セミナー&国際シンポジウム開催報告

第3回流域圏保全研究推進セミナー実行委員会

流域圏科学研究センターでは、国内外の大学や研究機関、観測・研究ネットワークとの協力によって、自然環境と人間活動や社会が相互に関連しあう、複雑なシステムである、流域圏のメカニズムの総合的な解明を進め、流域圏科学の知見に基づいて自然資源の持続可能な利用を目指す「流域圏保全学」を醸成し、関連学術分野の研究教育の拠点として発展すべく努めています。

その活動の一環として、2019年3月5日（火）～6日（水）に「第3回流域圏保全研究推進セミナー&国際シンポジウム」を本学柳戸キャンパスで開催しました。

初日は森脇久隆学長と栗屋善雄センター長の挨拶で始まり、2件の客員教授講演、2件の招待講演、3件の重点共同研究成果報告、23件のポスター発表、並びに高山試験地、流域水環境リーダー育成プログラム及び共同研究支援室の活動報告が行われ、当センターにおける共同研究及び人材育成に関する活発な意見交換がされたほか、学生による研究発表については3件にポスター賞が贈られました。初日の最後には、野々村修一理事から共同研究の発展を願う挨拶がありました。

2日目の国際シンポジウムは、気候変動と社会変化が著しい現代社会での流域圏と社会の持続可能性に対する環境研究の貢献について議論しました。本学の学術交流協定校であるインドネシア・ボゴール農科大学の I Nengah Surati Jaya 教授を含む、6件の招待講演が実施されました。マングローブ林保全、岐阜の中山間地の生態系サービス評価、滋賀や富山における水害予測等に関する話題に基づいて、アジア地域の気候変動と人口増加に関連した環境研究に関する議論を行いました。2日間で学外者23名を含む合計76名（内、留学生15名）の参加があり、学術分野や国・地域を横断した意見交換と新たな共同研究の発案が活発に行われました。

今後も本センターでは、関連研究コミュニティによる共同研究や交流を促進します。

なお当日の講演・研究発表のプログラムは当センターのホームページに掲載しています

（ http://www.green.gifu-u.ac.jp/symposium3_jp/ ）。



森脇学長による開会挨拶

招待講演者による特別講演



講演者・参加者の集合写真

3月5日（火） 流域圏科学研究センター共同研究成果報告会

- 13:00 - 13:15 開会挨拶： 岐阜大学長，流域圏科学研究センター長
- 13:15 - 13:40 客員教授講演： Vig Adarsh Pal (Guru Nanak Dev University, India)
“Solid Waste Management in India-Issues and Challenges”
- 13:40 - 13:55 客員教授講演： 村山昌平（産業技術総合研究所）
“Long-term variations of the carbon budget and the meteorology parameters detected from 25-year observation in a cool-temperate deciduous forest at Takayama”
- 13:55 - 14:15 招待講演 1: 安江 恒（信州大学）
“Understanding of climate effects on radial growth of *Cryptomeria japonica* combining tree-ring, ecosystem model and $^{13}\text{CO}_2$ labeling”
- 14:15 - 14:35 招待講演 2: 日浦 勉（北海道大学）
“Geographic variations of calcium use in Japanese cedar alter the ecosystem function and biodiversity”
- 14:35 - 15:05 共同研究（重点課題）成果発表： 口頭発表 1
永井 信（海洋研究開発機構） “Prediction of flowering and full blooming dates of cherry blossoms by Self Organizing Maps”
村越ふみ（京都府立医科大学） “Removal of *Cryptosporidium* from wastewater by microbial fuel cells”
- 15:10 - 16:10 学生・若手研究者・共同研究（一般課題）成果発表： ポスター発表
- 16:10 - 16:20 — 休憩 —
- 16:20 - 16:50 共同研究（重点課題）成果発表： 口頭発表 2
大西健夫（岐阜大学） “Exploring the possibility of comparative studies on water and elements circulations in Takayama and Kuraiyama experimental forest” *体調不良のためキャンセル
友常満利（早稲田大学） “An attempt to detect forest structures using an unmanned aerial vehicle in a broad-leaved deciduous forest, Takayama, Japan”
- 16:50 - 17:20 流域圏科学研究センター活動報告
- 17:20 - 17:30 ポスター賞授与式
- 17:30 閉会挨拶: 岐阜大学 研究担当理事・副学長

3月6日（水） 国際シンポジウム

- 9:30 - 9:40 Indroduction: Hiroyuki Muraoka (RBRC, Gifu University)
- 9:40 - 10:10 Prof. I Nengah Surati Jaya (Bogor Agricultural University, Indonesia)
“The use of remote sensing data for assessing the site quality, stand growth, biomass, carbon and standing stock of tropical mangrove ecosystem: A case Study in Kubu Raya Regence, West Kalimantan, Indonesia”
- 10:10 - 10:30 Morihiro Harada (RBRC, Gifu University)
“The future of comparative study on river basin spheres - toward the regional adaptation”
- 10:30 - 10:50 Suichi Kure (Toyama Prefectural University)
“Development of a Watershed Hydrology Modeling System Coupled with a Regional Climate Model for Future Risk Assessment”
- 10:50 - 11:10 — Coffee/Tea break —
- 11:10 - 11:30 Kentaro Taki (Shiga Prefectural University)
“The Risk-Based Floodplain Regulation for the Eco-DRR implementation: Experience in Shiga, Japan”
- 11:30 - 11:50 Takahiro Ohta (Nagasaki University)
“Beneficiary awareness on desirable forest management scenario simulated by process-based model for multiple ecosystem services: a case in upper river basin of Nagara River”
- 11:50 - 12:10 Yasuyuki Maruya (RBRC, Gifu University)
“Research prospect on integration of hydrology and ecology in river basin study”
- 12:10 - 12:40 Discussion
- 12:40 Closing remarks

（４）国際セミナー報告

日本・ノルウェー共同教育プログラム「高山・北極における植物生態学実習」の開講

日本の高山地帯と北極圏の陸上に暮らす植物と、それらが構成する植生を生態学的な観点で調べ、理解することは、生態系の基盤をなす植物が寒冷な環境にどのように適応してきたか、また、温暖化をふくむ気候変動がこれらの生態系にどのような影響をもたらす可能性があるか、という学術的に大きな課題の解明に繋がります。流域圏科学研究センターは、日本の国立極地研究所とノルウェー北極大学と協力して、2019年5月31日～6月6日に岐阜県高山市郊外にある当センターの高山試験地において、日本とノルウェーの大学院修士課程の共同教育プログラムである「高山・北極における植物生態学実習」を実施しました。

ノルウェー、カナダ、スペイン、ベトナム、中国、日本など合計10ヶ国から14人の受講生と7人の講師が合宿形式によって冷温帯落葉広葉樹林の炭素循環や樹木光合成の観測手法とデータ解析手法の実習とデータ解析結果のプレゼンテーションを経験することにより、学生達だけでなく講師として参加した若手研究者にとっても高山試験地の先端的な研究に触れる機会を共有することができました。また学生達は出身国の歴史や文化を紹介しあうことにより、国際交流も実現しました。

なおこの実習は平成30年度共同研究・研究集会公募事業の一環として開催されました。今後も流域圏科学研究センター高山試験地では国内外の研究者や学生による利用を支援していきます。



実習参加者 高山試験地庁舎前にて



高山試験地・落葉広葉樹林サイト（TKY）にて

3. 平成30年度研究成果と教育活動

平成29年度における流域圏科学研究センターの研究成果ならびに研究活動について、以下に、（１）教員の研究概要、（２）教員の研究活動・社会活動、（３）外国人研究員・非常勤研究員、（４）高山試験地報告の順に紹介する。

（１）教員の研究概要

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

植生資源研究部門

植生機能研究分野	教授	大塚 俊之
	助手	吉竹 晋平
植生管理研究分野	教授	景山 幸二
	准教授	津田 智
	助教	日恵野綾香
植生生理生態研究分野	教授	村岡 裕由
	助教	斎藤 琢
植生景観研究分野	客員教授	村山 昌平（(国研) 産業技術総合研究所）

水系安全研究部門

水系動態研究分野	教授	玉川 一郎
	准教授	原田 守啓
水質安全研究分野	教授	李 富生
	准教授	廣岡 佳弥子
	助教	市橋 修
	客員教授	渡辺 昇（東海公営事業株式会社）
	客員教授	後藤 幸造（医療法人社団耀和会）
水系安全国際研究分野	外国人客員教授	

流域情報研究部門

環境資源解析研究分野	教授	栗屋 善男
	准教授	児島 利治
地盤災害診断研究分野	准教授	久世 益充
流域安全研究分野	准教授	小山 真紀
	客員教授	太田 裕（東濃地震科学研究所）

流域水環境リーダー育成プログラム推進室

准教授	魏 永芬
助教	石黒 泰

共同研究支援室

助教	丸谷 靖幸
----	-------

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： 陳 思宇・曹 若明（連合農学研究科）、荒井 秀（応用生物科学研究科）、鈴木 莉央奈（応用生物科学部）、吉竹 晋平（流域圏科学研究センター）、加藤 正吾（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）

我々の研究室では、様々なタイプの生態系における、炭素循環の生態学的なプロセス調査を継続している。本年度は、岐阜市金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量と樹幹流 (stemflow)の特性について報告する。

1. 金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量

生態系の正味の炭素吸収量は、生態系純生産量 (NEP) を測定することによって求められる。地球温暖化対策をする上でも森林の炭素吸収能を明らかにする必要がある、日本では冷温帯林での多くの研究がある。一方で、暖温帯の照葉樹林は気温が高い地域に生育して常に葉を付けていることから生産量が高いと考えられるが、細根を含めた詳細な炭素循環の研究はまだ少ない。そこで本研究では数少ない照葉樹の天然林である金華山の常緑広葉樹林において、地下部の生産量も含めた NEP を推定することを目的としておこなった。岐阜県岐阜市にある金華山の常緑広葉樹林に設置された 70 m × 100 m の調査プロット内でおこなった。このプロット内ではツブラジイが 87.8 % で優占している。2018 年の 1 年間の NEP は以下の式によって求めた。

$$NEP = NPP - Rh \quad (NPP: \text{純一次生産量}, Rh: \text{微生物呼吸量})$$

$$NPP = SI + L_n + P_{fr} \quad (SI: \text{バイオマス増加量}, L_n: \text{当年生リター生産量}, P_{fr}: \text{細根生産量})$$

$$Rh = R_s - (R_{fr} + R_{cr}) \quad (R_s: \text{土壌呼吸量}, R_{fr}: \text{細根呼吸量}, R_{cr}: \text{中径根呼吸量})$$

調査プロット内での 2018 年の地上部 SI は $1.3 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ 、地下部の太根の SI は $0.3 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ であり、合計は $1.6 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ だった (Table 1)。ツブラジイの葉と花のリターは 5 月の春頃に、果実は 11 月に多くなり、 L_n は $4.4 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ だった。深さ 15 cm までの細根バイオマスは季節性があり、7~10 月の夏に多くなった。1 年間で $253.6 \sim 429.2 \text{ (g m}^{-2})$ の範囲で変化し、 P_{fr} は $1.3 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ と推定された。2018 年の 1 時間ごとの地温から推定した年間の R_s は $7.7 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ となった。細根 (R_{fr}) と中径根 (R_{cr}) の呼吸量を実験室で測定した結果、温度(T)との指数関数的な相関が認められた (Fig. 1): $R_{fr} = 0.156e^{0.0676T}$, $R_{cr} = 0.0172e^{0.084T}$ 。これらの関係式を用いて 1 時間ごとの地温と各月の根のバイオマスから求めた 1 年間の R_{fr} は $3.9 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ 、 R_{cr} は $0.2 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ となっ

Table 1. Change of stem density, SI and mortality in the forest stand during 30 yrs. Unit is based on dry weight. We started monitoring of the stand dynamics from 1989.

	1989 - 1994 (May)	1995 - 2003 (May)	2004 - 2016 (Oct)	2017 (Jan.)	2018 (Feb.)	2019 (Jan.)
Stand increment□ without leaves□ ton dw ha ⁻¹ yr ⁻¹						
Aboveground	2.40 ± 0.13	3.93 ± 0.33	3.26 ± 0.16	4.36 ± 0.35	2.63 ± 0.79	
Belowground				0.97 ± 0.08	0.57 ± 0.17	
Total				5.33 ± 0.36	3.20 ± 0.81	
Mortality (without leaves) ton dw ha ⁻¹ yr ⁻¹						
Aboveground	1.31	1.83 ± 0.37	1.93 ± 0.19	2.15 ± 0.77	2.54 ± 1.66	
Belowground				0.61 ± 0.23	0.71 ± 0.45	
Total				2.76 ± 0.80	3.25 ± 1.72	
Stem density (10 cm>D, 0.7 ha ⁻¹)						
<i>Castanopsis</i>	518	463	361	298	290	282
Other evergreen	16	18	18	44	45	44
Deciduous	85	64	44	37	37	36
Total	619	545	423	379	372	362

た (Fig. 1): $R_{fr} = 0.156e^{0.0676T}$, $R_{cr} = 0.0172e^{0.084T}$ 。これらの関係式を用いて 1 時間ごとの地温と各月の根のバイオマスから求めた 1 年間の R_{fr} は $3.9 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ 、 R_{cr} は $0.2 \text{ (t C ha}^{-1}\text{yr}^{-1})$ となっ

た (Fig. 2)。これらの結果から NPP は $7.3 (\text{t C ha}^{-1} \text{yr}^{-1})$ 、Rh は $3.6 (\text{t C ha}^{-1} \text{yr}^{-1})$ となり、金華山の 2018 年の 1 年間の NEP は $3.7 (\text{t C ha}^{-1} \text{yr}^{-1})$ と推定された (Fig. 3)。2018 年は 2017 年に比べて種子の生産量が大きくなり、SI が小さくなる傾向が見られた。二年間で NEP の傾向は変化しなかったが、炭素の蓄積場所が変化したと考えられる。

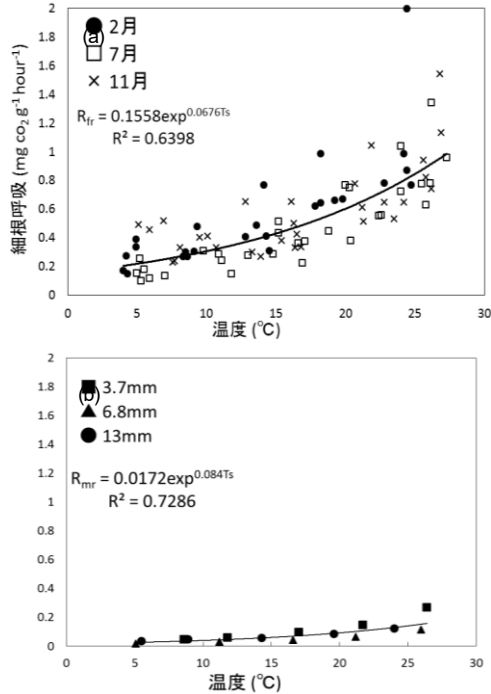


Fig. 1. Relationship between root respiration (a: fine roots, b: middle-sized roots) and temperature in a chamber in laboratory experiments. Symbols indicate the sampling month for the fine roots (a) and root size in July for the middle-sized roots (b).

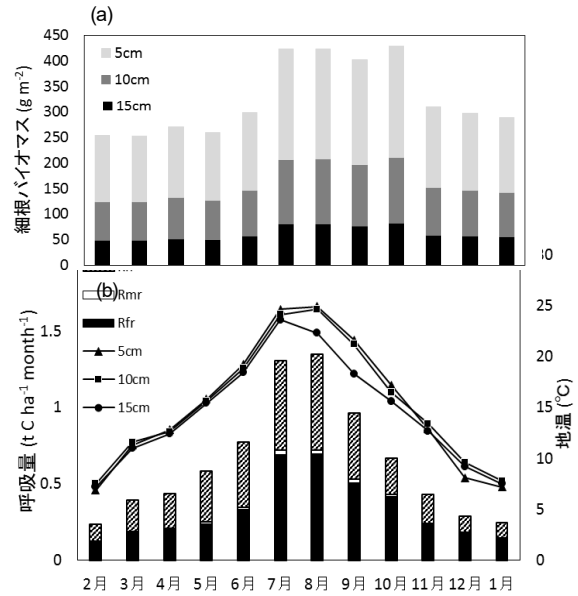


Fig. 2. Seasonal changes in fine root biomass (a) and in soil temperature in each soil depth (b). The monthly summed fine and middle-sized root respiration were calculated using the regression equation in Fig.6.

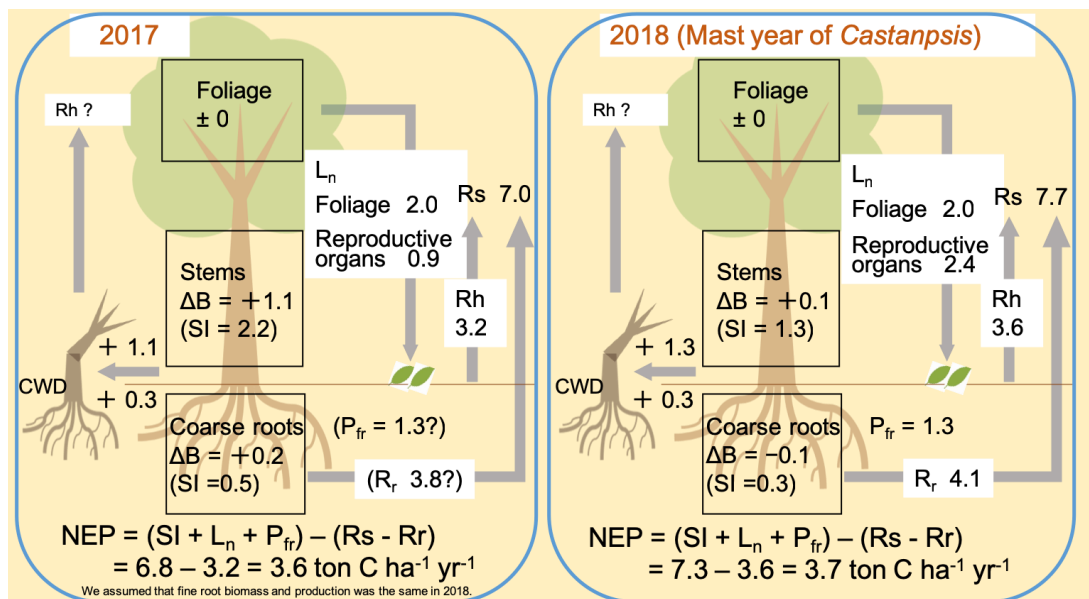
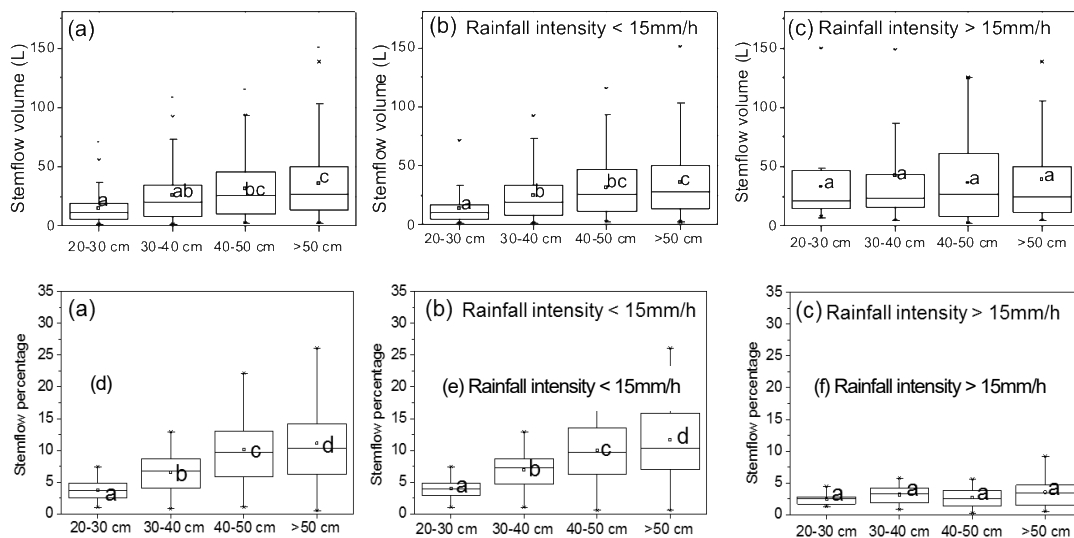


Fig. 3. Compartment model of carbon fluxes in the lucidophyllus forest in 2017 and in 2018. Numbers mean annual carbon fluxes ($\text{t C ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) and carbon budget of each carbon pool.

2. Stemflow hydrology and DOM flux in relation to tree size and rainfall event characteristics in a lucidophyllous forest of Mt. Kinka, central Japan

Numerous studies have examined the variability of stemflow across different tree species under different meteorological conditions. However, most studies have focused on the monthly or annual levels of stemflow. Studies have rarely considered stemflow associated with individual rainfall events and stemflow DOM flux. Therefore, we collected stemflow data from >100 individual rainfall events across four diameter size classes (20–30 cm, 30–40 cm, 40–50 cm, and DBH > 50 cm) of *Castanopsis cuspidata* in an evergreen forest (35°26'N, 136°47'E). The main objectives were to evaluate the stemflow hydrology and DOM flux characteristics in relation to tree size and different rainfall intensities based on a large dataset of individual rainfall events. In line with previous studies, the mean stemflow volumes (Fig. 4 a-c) and percentages (Fig. 4 d-f) of larger trees were higher than those of smaller trees; smaller trees have a higher funneling ratio than larger trees at both tree-scale (FRT; Fig. 5 a-c) and stand-scale (FRs; Fig. 5 d-f), which means that smaller trees are more effective in funneling water to their base. However, tree size significantly affects the stemflow volume and percentage only when the rainfall intensity is below 15 mm/h. Tree size had a limited effect on the stemflow DOM concentration at a monthly scale. However, stemflow DOM flux and the flux-based DOM enrichment ratio were affected profoundly by tree size (Fig. 6). Similar to the funneling ratio, small trees had a higher flux-based DOM enrichment ratio and supplied more DOM per unit trunk basal area. Thus, in addition to tree species, we suggest that tree size is also an important factor influencing the



heterogeneity of the spatial patterns of the soil solution chemistry near the tree trunks.

DBH classes of *Castanopsis cuspidata*

Fig. 4. Box plots depicting the individual stemflow volume (a-c) and stemflow percentage (d-f) of different DBH classes for *Castanopsis cuspidata* under different rainfall intensities ($p < 0.05$). The center line represents the median; the bottom and top of the box represent the 25th and 75th percentiles, respectively; and the whiskers represent the 5th and 95th percentiles.

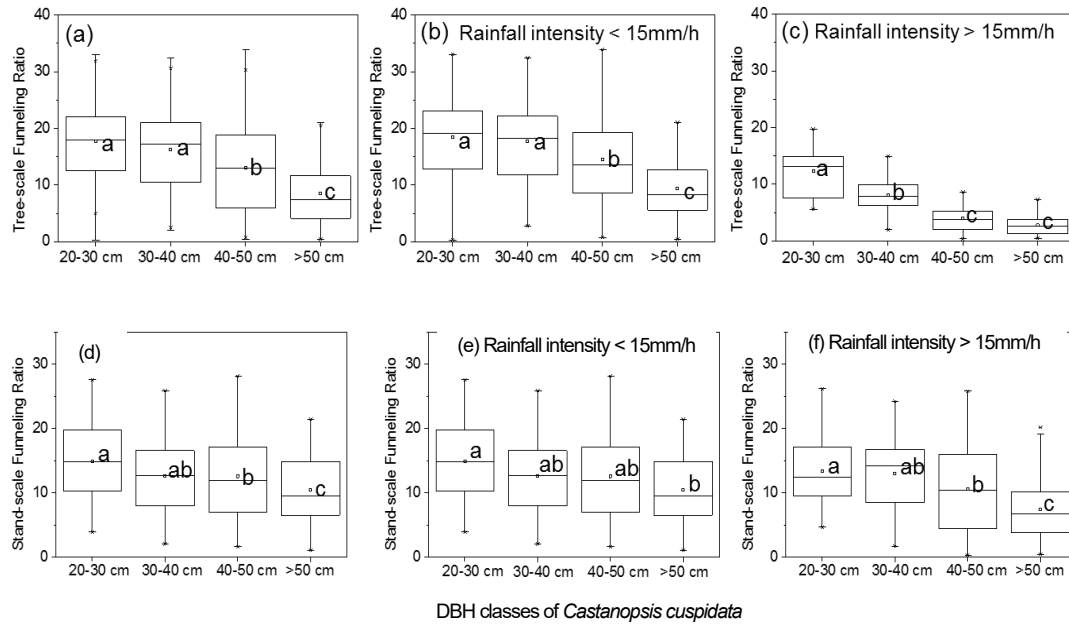


Fig. 5. Box plots depicting the individual tree-scale funneling ratio (a-c) and stand-scale funneling ratio (d-f) of different DBH classes for *Castanopsis cuspidata* under different rainfall intensities ($p < 0.05$). The center line represents the median; the bottom and top of the box represent the 25th and 75th percentiles, respectively; and the whiskers represent the 5th and 95th percentiles.

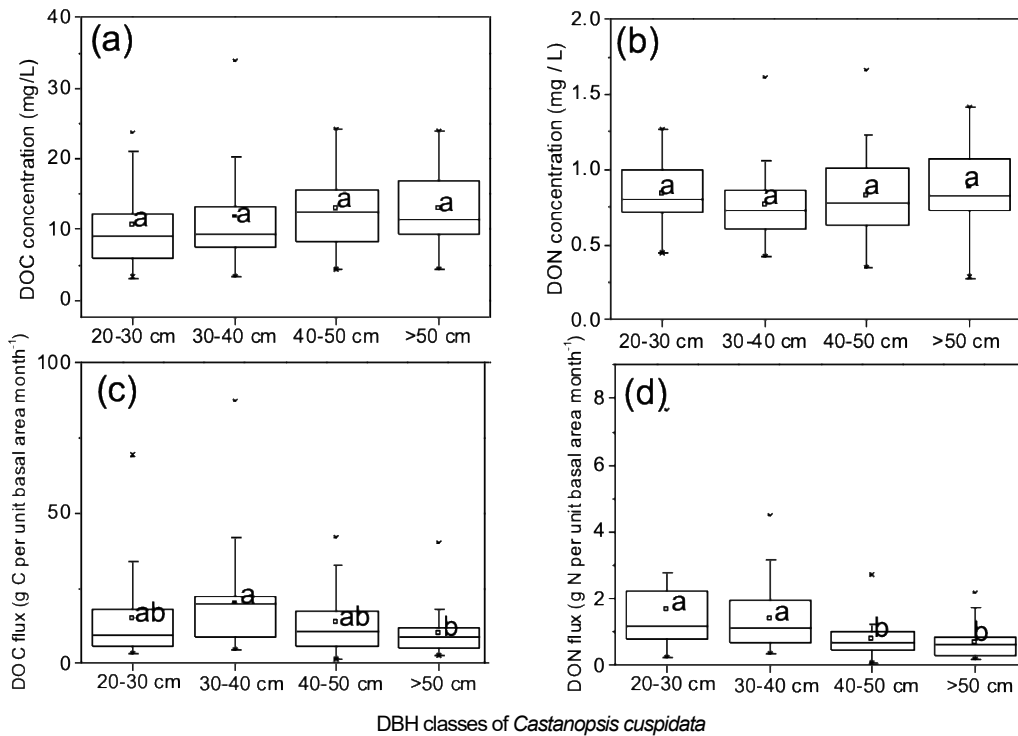


Fig. 6. (a) Box plots depicting the DOC concentration, (b) DON concentration, (c) monthly DOC flux, and (d) monthly DON flux of different DBH classes for *Castanopsis cuspidata*. The center line represents the median; the bottom and top of the box represent the 25th and 75th percentiles, respectively; and the whiskers represent the 5th and 95th percentiles.

研究テーマ： 樹幹流が森林土壌圏に及ぼす影響

所 属： 植生資源研究部門 植生機能研究分野 助手

氏 名： 吉竹 晋平

共同研究者： 大塚 俊之（流域圏科学研究センター）・陳 思宇（連合農学研究科 大学院学生）

研究協力者： 鈴木 浩二（高山試験地技術職員）・平塚 肇（高山試験地技術補佐員）

1. はじめに

気候変動に対する生態系応答を考える上で、土壌圏炭素動態を正確に把握することが求められている。森林炭素循環の長期観測拠点である「高山サイト」では、黒ボク土壌に多量の炭素（ 334 tC ha^{-1} ）が蓄積されていること、 $1.8 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ の速度で新たな炭素が蓄積されていることが示されている。しかし、これまでの研究では土壌圏に入る炭素の大部分は植物のリター（落葉・落枝）のみを対象としており、樹幹流や林内雨に含まれる溶存有機炭素（DOC）は考慮されていないため、炭素蓄積速度が過小評価されている。また土壌に入った DOC が土壌圏の炭素・窒素動態に及ぼす影響や、DOC 自身のその後の挙動（微生物分解、土壌吸着など）についても不明な点が多い。

このような土壌圏に到達する DOC フラックスの中でも、樹幹流は比較的高濃度の DOC を含む水が樹木の基部周辺という狭い範囲の土壌に長期に渡って供給されるものであり、土壌圏炭素動態や微生物群集に大きな影響を及ぼしている可能性がある。本研究では、冷温帯落葉広葉樹林を対象に室内添加実験と野外試料の分析を行い、樹幹流が土壌環境や土壌微生物群集の量や質、さらには炭素・窒素動態に対してどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究は岐阜大学流域圏科学研究センターの高山サイトを対象とし、以下の2つの実験を実施した。

【実験1】野外採取土壌の比較による長期的影響の解明

2017年11月に高山サイトの永久方形区（1 ha）内の北西斜面上において、ミズナラ（*Quercus crispula*）、ダケカンバ（*Betula ermanii*）、ウラジロモミ（*Abies homolepis*）を各3個体ずつ選定した。各樹木基部の斜面下側近傍を、樹幹流の影響を強く受けると思われる場所（stemflow zone）と定義し（図1）、鉦質土壌（0-5 cm）を100 cc 採土管にて採取した。一方、樹木基部より斜面上側かつどの樹木の基部からも十分離れた場所を、樹幹流の影響が小さい場所（interspace）と定義して、同様に表層土壌を採取した。採取した土壌について、土壌の物理化学性（含水比、pH、無機態窒素濃度）の測定を行った。また、赤外線ガス分析計を用いた通気法により、 20°C における微生物呼吸速度を測定した。さらに、リン脂質脂肪酸（PLFA）分析法を用いて、微生物バイオマスおよび群集構造を明らかにした。

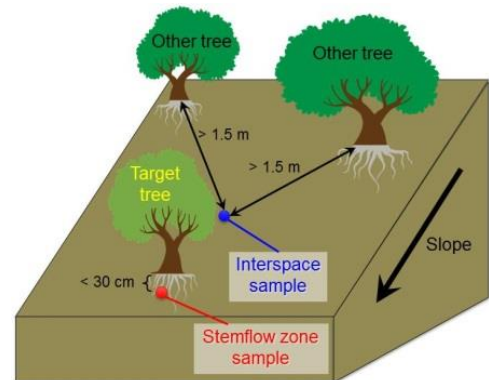


図1 土壌採取地点の概略。

【実験2】室内添加実験による短期的影響の解明

2017年9月に永久方形区内の立木が疎な場所から鉦質土壌を2層（0-5 cm および 5-20 cm）に分けて採取した。採取した土壌は2 mm 篩に通して植物根を取り除いてから深度ごとによく混合して均質化し、プラスチック製の円筒コア（直径 28 mm、長さ 5 cm および 15 cm）にそれぞれ採取時の密度になるように充填した。2つの深度のコアを連結し、最下部にはポリエチレン製ネット（1 mm mesh）を取りつけ、最上部にはガラス繊維濾紙をセットして

添加実験に用いる土壌コアとした（図2）。対照区（C）、ミズナラ樹幹流添加区（Q）、ダケカンバ樹幹流添加区（B）の3処理区について4反復とした12本を1セットとし、培養期間途中および培養期間終了後に土壌コアを分解して土壌分析を行うためにこれを2セット（合計24本）用意した。添加実験に用いる樹幹流液は、2017年8月末から9月初旬にかけて、高山サイトのミズナラおよびダケカンバの樹幹流をメンブレンフィルター（0.45 μm ）で濾過したものを用いた。

添加操作は室温で行ったが、添加操作時以外は20°Cのインキュベーターで暗所保管した。実験開始後0, 1, 2, 6, 7, 8日目にコア最上部のガラス繊維濾紙上に純水または樹幹流液100 mlを2-3時間かけて滴下することで添加した。コア下部から浸透してきた水を100 mlポリ瓶で回収して濾過（< 0.45 μm ）したものを浸透水試料とし、pHやEC、有機態・無機態窒素濃度、DOC濃度、紫外吸光を測定した。また、ポータブル赤外線ガス分析計を用いた密閉法により、土壌コア上部からの二酸化炭素放出速度（微生物呼吸速度）を原則毎日測定した（添加処理を行う日は添加操作の直前に測定）。実験期間中である9日目（Mid）および実験期間終了時の24日目（End）に土壌コアを解体して土壌試料を得、無機態窒素濃度の測定とリン脂質脂肪酸（PLFA）分析を行った。

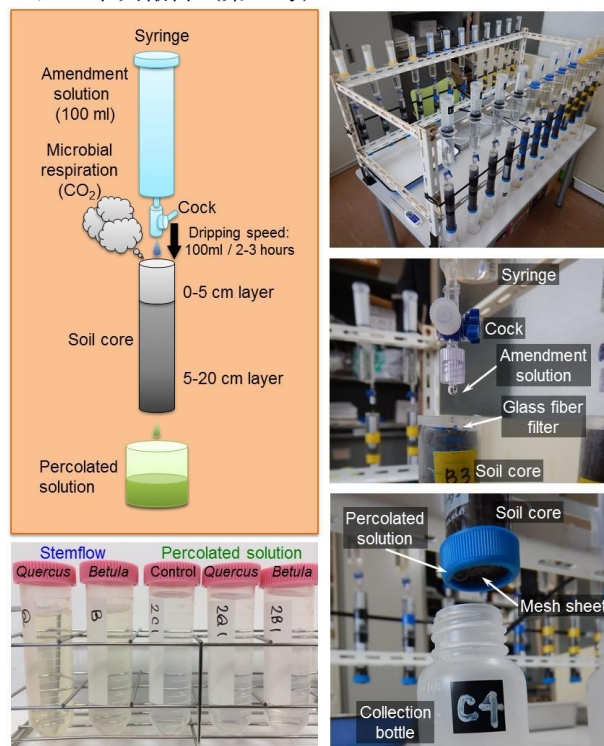


図2 室内添加実験の概略。

2. 結果と考察

【実験1】野外採取土壌の比較による長期的影響の解明

ミズナラについて見ると、stemflow zoneとinterspace間で土壌環境に有意な差が認められ、stemflow zoneではpHが高く、無機態窒素濃度が低かった。（図3a, b）。一方、その他の樹種（ダケカンバやウラジロモミ）では有意差は無かった。樹種によってこのような差が出た原因として、樹幹流の量的・質的な違いが影響した可能性がある。また、ウラジロモミは本研究サイトには数本しか存在しておらず、調査対象とした個体のDBHが他の樹種よりも小さかったことが影響したと考えられる（平均DBH (cm): 38（ミズナラ）、46（ダケカンバ）、17（ウラジロモミ））。ミズナラで見られた変化は、樹幹流によって供給されるはずの無機態窒素がその場にはとどまっていないことを示しており、流亡や植物による吸収などによって無機態窒素が失われていると考えられた。

ミズナラ樹幹流の影響を受ける場所（stemflow zone）においては、微生物バイオマスの指標となる全リン脂質脂

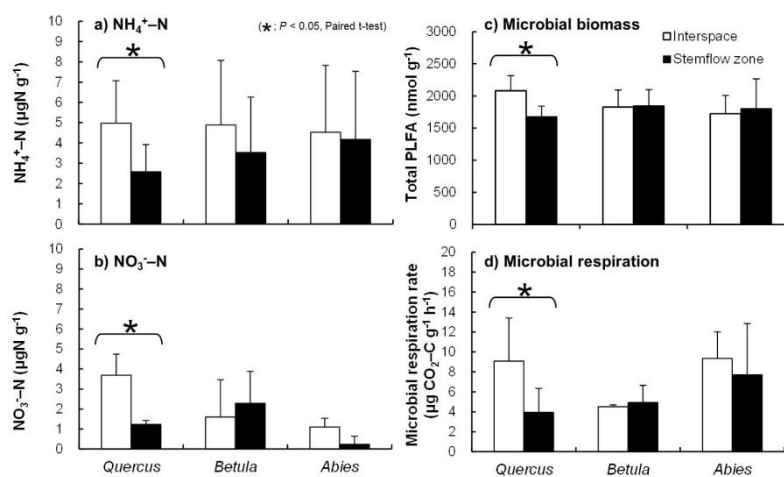


図3 樹幹流が土壌中の a) アンモニア態窒素, b) 硝酸態窒素濃度, c) 微生物バイオマス, d) 微生物呼吸速度に及ぼす影響。白色バーは樹幹流の影響が小さい場所（interspace）の土壌を、黒色バーは樹幹流を受ける場所（stemflow zone）の土壌を示す。

脂肪酸量（Total PLFA）および微生物呼吸速度が interspace よりも有意に低くなっており（図 3c, d）、樹幹流の流入が微生物群集に対してネガティブな効果をもたらしていることが明らかとなった。すでに述べた無機態窒素濃度の低下と微生物群集の動態が関連している可能性がある。一方でダケカンバおよびウラジロミでは有意な差は見られなかった。また、PLFA 分析で得られた脂肪酸組成（微生物群集構造の指標）から計算された非類似度を元にした非計量多次元尺度構成法（NMDS）の結果、微生物群集構造に対する樹種または樹幹流の影響は認められなかった。

【実験 2】室内添加実験による短期的影響の解明

図 4a は実験室内での添加実験における微生物呼吸速度の推移を示している。樹幹流の添加は微生物呼吸速度に有意な影響を及ぼし、処理区 Q および B では微生物呼吸速度が有意に増加した。特に実験開始直後の 3 回の添加処理期間中には呼吸速度の大きな増加が認められた。微生物バイオマスの指標である全リン脂質脂肪酸量（Total PLFA）は実験期間中（Mid）においては有意な差は認められなかったものの、実験終了後（End）の時点では B 区のバイオマスは対照区よりも有意に高くなっていた（図 4b）。PLFA 組成から得られた非類似度に基づく NMDS の結果では、Mid における群集組成に大きな違いは無く、End においては処理区 Q および B の微生物群集構造が対照区（C）と異なっていることが示された（図 4c）。樹種による影響の違いは不明瞭であったものの、室内添加実験における結果は樹幹流の添加が微生物の量や質を変えうることを、そして呼吸やバイオマスを増加させるという意味ではポジティブな効果をもたらすことを示している。

実験 1 と実験 2 で微生物群集に対する樹幹流の影響の方向性が異なっていたことは興味深い。短期的には樹幹流に含まれている溶存有機炭素や無機態窒素、リンなどが微生物群集の基質として利用され、呼吸活性やバイオマスの増加、さらには群集構造の変化に繋がっていたと考えられる。しかしながら、多量の樹幹流が長期に渡って流入するという実際の野外環境下においては、土壌からの水溶性物質や微生物細胞等の下方への流亡が起こることが考えられる。実際に、野外試料の比較においては無機態窒素濃度の著しい低下が見られており、このことが土壌微生物の生育を制限していた可能性がある。

樹幹流の添加が土壌コア全体の炭素・窒素動態に及ぼす影響を評価するために、添加実験に使用した樹幹流液および土壌コア浸透水中の DOC 濃度や無機態窒素濃度、実験前後の土壌無機態窒素濃度、微生物呼吸によって CO_2 として放出された炭素量などを元に、本添加実験の土壌コアにおける炭素・窒素収支を計算した（図 5）。土壌コアからみた炭素収支では、樹幹流の添加（処理区 Q および B）によって DOC として新たに土壌に添加された炭素量（図 5a、青色バー）に対して、微生物呼吸によって CO_2 とし

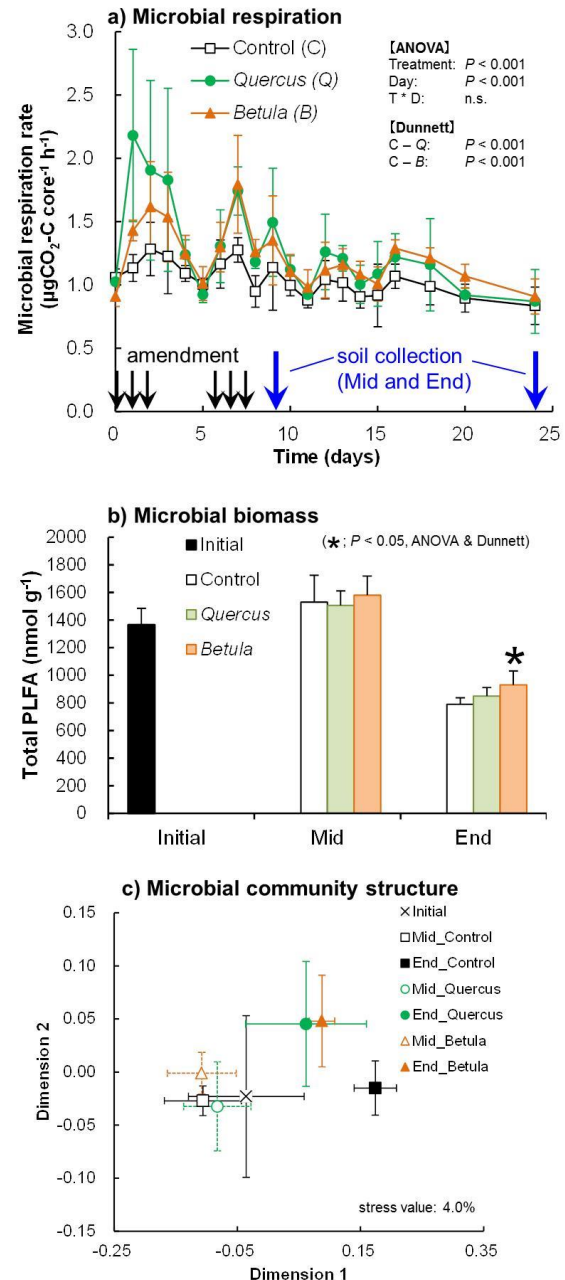


図 4 ミズナラおよびダケカンバの樹幹流の添加処理が a) 微生物呼吸速度, b) 微生物バイオマス, c) 微生物群集構造に及ぼす影響。

て大気中に放出された炭素量（濃緑色バー）や、浸透水のDOCとして下方へ流亡した炭素量（薄緑色バー）は小さく、樹幹流に含まれていた炭素の大部分が土壤中に保持されていることが分かった。このように土壌に入ったDOCの内、比較的易分解性の化合物が土壌中の微生物によって基質として利用され、微生物呼吸の増加やバイオマスの増加につながったと考えられる。

土壌における無機態窒素の動態は炭素の場合と比べてより複雑であると同時に、処理区によって大きく異なっていた。対照区（C）および処理区Qでは土壌中のアンモニア態窒素量は添加実験の前後で減少していたが、処理区Bでは大きく増加していた（図5b）。また、下方へ浸透流亡したアンモニア態窒素の量（同図、薄緑色バー）は処理区で大きな差は無かったが、添加した樹幹流に含まれていたアンモニア態窒素の量（青色バー）は、処理区Qで大きく、処理区Bで小さかった。これらの収支で導き出された未確定のプロセスによる変動量（赤色バー）は対照区および処理区Qでは負の値であったのに対して、処理区Bでは正の値となった。土壌中アンモニア態窒素の変動に関わるこのプロセスは、主に有機物の無機化による付加と、硝化による消失が主体であると考えられる。したがって、上記の結果は対照区や処理区Bでは硝化が卓越していたのに対して、処理区Bでは無機化（アンモニア化）が卓越していたことを示唆している。

硝酸態窒素について見ると、樹幹流に含まれていた量は非常に少なかった（図5c、青色バーで示したがスケールの関係でほぼ確認できない）のに対して、下方浸透による流亡量（薄緑色バー）が非常に大きかった。しかしながら、いずれの処理区においても土壌中の硝酸態窒素は実験期間中に大きく増加していた。このことは土壌中での消化が活発に進み、流亡によって失われる量を上回る量の硝酸態窒素が土壌内で生成したことを示している（赤色バー）。この硝化量や土壌中での正味の硝酸態窒素増加量は、対照区で最も多く、次いで処理区Q、そして処理区Bの順に減少していた。このことは樹幹流の添加によって硝化が抑制され、結果的に土壌中の硝酸態窒素濃度が低下する可能性があることを示している。

上記のような無機態窒素動態の結果は、樹幹流によって直接土壌に添加される無機態窒素（特に硝酸態窒素）に比べて、土壌内での無機態窒素の変換や生成の方が量的な寄与という点では重要であることを示唆している。また、樹幹流を添加した処理区、特に処理区Bにおいては、その窒素の変換・生成プロセス（硝化）が大きく抑制されており、樹幹流の添加が間接的に土壌圏の窒素動態に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

以上の結果より、樹幹流は土壌中の炭素・窒素動態に直接・間接的に影響を及ぼすこと、そして微生物群集の量的・質的な変化を引き起こすことが示された。しかしその影響は樹種によっても異なっていたことから、樹種と樹幹流の化学的性質、そして土壌圏への影響を包括的に解析する必要があると考えられる。また、今後は短期的な添加実験の結果と、実際の野外で観察されたような非常に長期的な影響の結果との間のギャップを埋めるような研究アプローチを考える必要があるだろう。

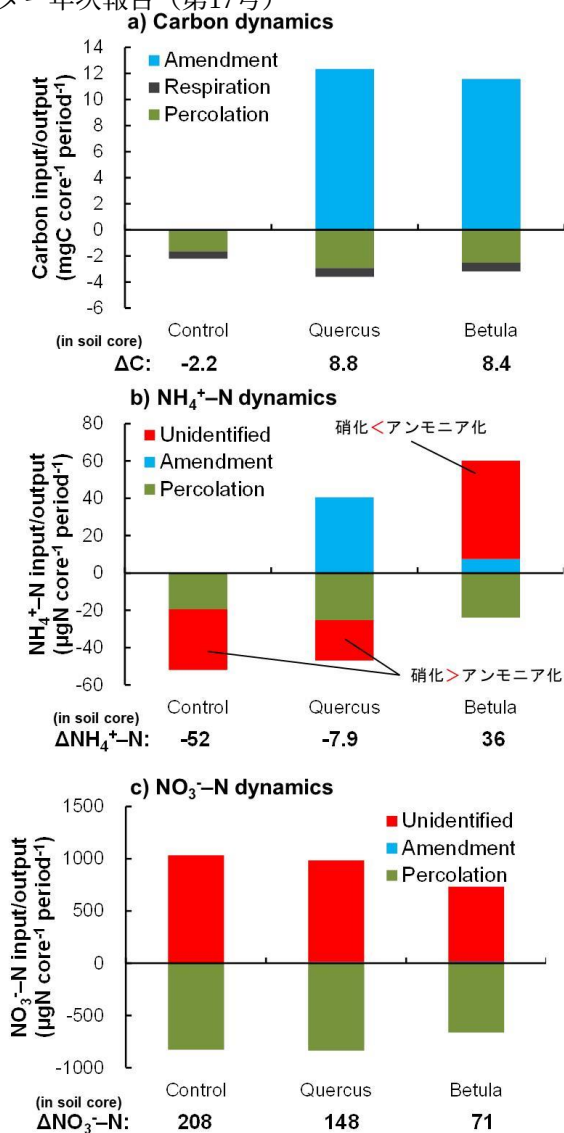


図5 添加実験の土壌コアにおける a) 炭素, b) アンモニア態窒素, c) 硝酸態窒素の動態。詳細は本文を参照。

研究テーマ： 微生物による環境評価、植物病害診断技術の開発

所 属：植生資源研究部門 植生管理研究分野 教授

氏 名：景山 幸二

共同研究者：須賀 晴久（岐阜大学生命科学総合研究支援センター）・植松 清次（東京農工大学）

研究協力者：日恵野 綾香（流域圏科学研究センター）・大坪 佳代子（流域圏科学研究センター）・Auliana Afandi（連合農学研究科）・Feng Wenzhuo（連合農学研究科）・Masanto（連合農学研究科）・山田 健介（自然科学技術研究科）・飯島 大智（応用生物科学部）・菊池 陽菜（応用生物科学部）・福井 真帆（応用生物科学部）

1. 温暖化適応・異常気象対応のための研究開発：有害動植物の検出・同定技術の開発

農産物の輸入増加による海外からの有害病原菌の侵入や気候変動による新たな病害の発生リスクが増大している。本研究室では農林水産省委託プロジェクトとして近年世界的に病害が拡大して問題となっているが我が国では未発生の *Phytophthora* 属菌について、輸入検疫における簡易・迅速同定検出法の開発を目的とした研究を進めている。これにより、輸入禁止対象となっている *Phytophthora* 属菌による病気と疑わしい事例が検疫及び国内において発生した際に、迅速な管理措置を実施することを可能にする。

5年間の受託研究のうち4年目であり、本年度は以下の結果が得られた。

（1）データベース

正式な種として報告されている *Phytophthora* 属菌は176種あることを明らかにし、現時点で可能な限り基準菌株あるいはそれと等価な菌株の収集が完了した。DNA バーコーディングに適しているとされる rDNA ITS 領域および *cox1* 遺伝子に加えて、本属の系統解析によく利用されている rDNA LSU、 β -tubulin、elongation factor 1 α （EF-1 α ）、*cox2*、*cox spacer*、*Ypt1* 遺伝子の塩基配列データを収集・整理した。

（2）検出法の開発

＜Q-LAMP 法による *Phytophthora* 属および *P. nicotianae* の同時検出＞

検定をより迅速に行うため、LAMP 法に消光プローブを組み合わせた Q-LAMP 法によって、*Phytophthora* 属および *P. nicotianae* の同時検出を試みた。昨年度設計した *Phytophthora* 属特異的 LAMP プライマーの増幅領域に *P. nicotianae* 特異的配列を含む QProbe を設計し、Q-LAMP 法によって *Phytophthora* 属および *P. nicotianae* の同時検出が可能になった。

＜PCR-RFLP 法による種判別法の確立＞

昨年度に引き続き、*Phytophthora* 属特異的 PCR プライマー（*Ypt1* 遺伝子）の増幅産物を制限酵素で切断して、断片のパターンによって種を判別する PCR-RFLP 法について検討した。本年度はツジ科（39種）およびバラ科（44種）を宿主とする *Phytophthora* 属菌について制限酵素 *AluI*（図1）および *HhaI* を選定し、種を特定するための手順を確立した。

＜土壌からの DNA 抽出法および PCR 反応条件の検討＞

土壌からの DNA 抽出法で最も安定した結果が得られる抽出キットは「環境試料 DNA 抽出キット Extrap Soil DNA Kit Plus ver.2（日鉄住金環境株式会社）」であった。また、抽出した土壌 DNA を *Phytophthora* 属特異的プライマーによる PCR 反応最もよい増幅効率が得られるプライマー濃度とアニール温度およびアニール時間などの PCR 条件を明らかにした。

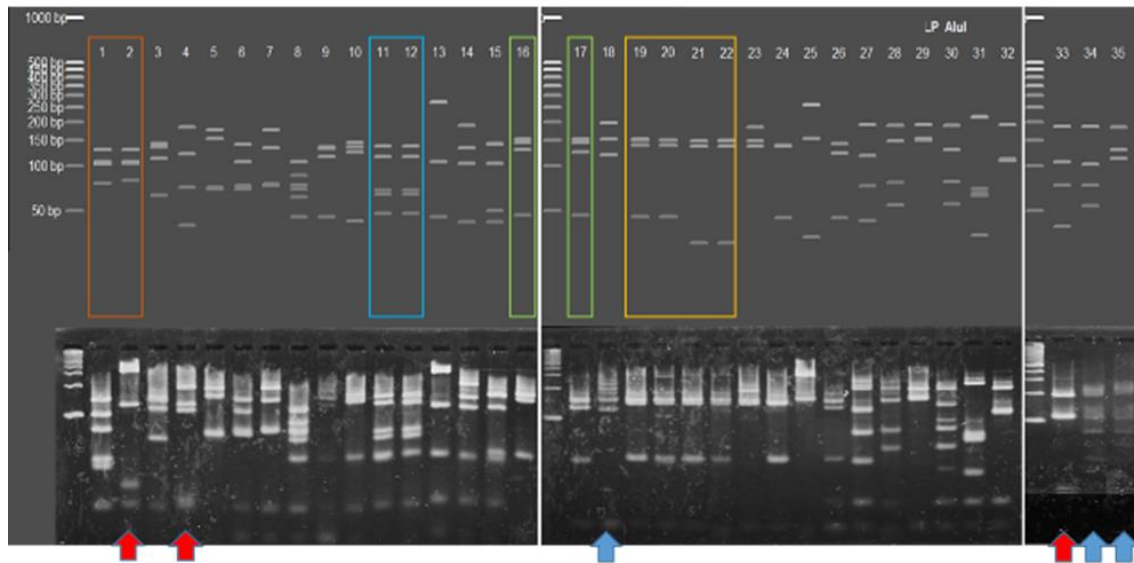


図 1－1．ツツジ科に感染する *Phytophthora* 属菌の PCR-RFLP 法による種判別
制限酵素 *AluI* の予測切断パターン（上段）および
実際の切断パターン（下段）（矢印は予測と異なるバンドパターンを示す）

＜LAMP 法による検出の実地試験＞

横浜植物防疫所の協力のもと、LAMP 法による検出マニュアルの実地試験を行った。技術的問題点として①濁度測定用のマニュアルにおける鋳型添加量が多く、TE バッファーの持ち込みによって増幅が抑制されている可能性、②簡易抽出した DNA であるため、試料中に含まれる増幅反応の阻害物質が問題となっている可能性が考えられ、これらについて対策を行い阻害物質が多く含まれる場合でも確実に検出できるようになった。

2. リスク軽減によるサトイモ疫病総合防除対策技術確立試験

サトイモの主要生産地である愛媛県、宮崎県、鹿児島県でサトイモ疫病の被害が急速に拡大し、産地の崩壊が危惧されている。本研究は、宮崎県、鹿児島県、農研機構西日本農業研究センター、岐阜大学の共同研究で3年間の研究プロジェクトである。本研究では、①サトイモ疫病の発生生態の解明、②主要生産地における疫病の発生状況調査、③多発要因の解明と発病リスクの評価、④発病リスクの軽減技術の開発、⑤総合防除体系マニュアルの作成を行う。



本研究室はこのうち①を担当している。本年度は、研究2年目になり、以下の2点について検討を進めた。

（1）サトイモ疫病の簡易検出、定量法の開発

LAMP 法による植物からの検出では、これまで病斑を滅菌水に懸濁・振とう後、上清を LAMP 反

応液に添加することで検出可能としていたが、サトイモ組織には LAMP 反応に悪影響を与えるものがあることが明らかになった。この対応策として懸濁・振とう後、98℃で8分熱処理することにより問題を解決することができた。

PCR およびリアルタイム PCR とも種特異プライマーについては共通で *Ypt1* 遺伝子から設計でき、検出感度はともに 0.1pg と高感度であった（図 2－1）。土壌からの DNA 抽出法についてサトイモ疫病菌の DNA を滅菌土および非滅菌土に混合した汚染土壌を作成し、3 種の DNA 抽出法、①日鉄住金環境製 Extrap Soil Kit Plus ver.2、②Kageyama+Mag 法（当研究の方法）、③NORGEN 製 Soil DNA Isolation Plus Kit を特異的プライマーによる PCR 増幅で比較した。その結果、Extrap Soil Kit Plus ver.2 が最も安定して DNA が抽出できることが明らかになった（図 2－2）。

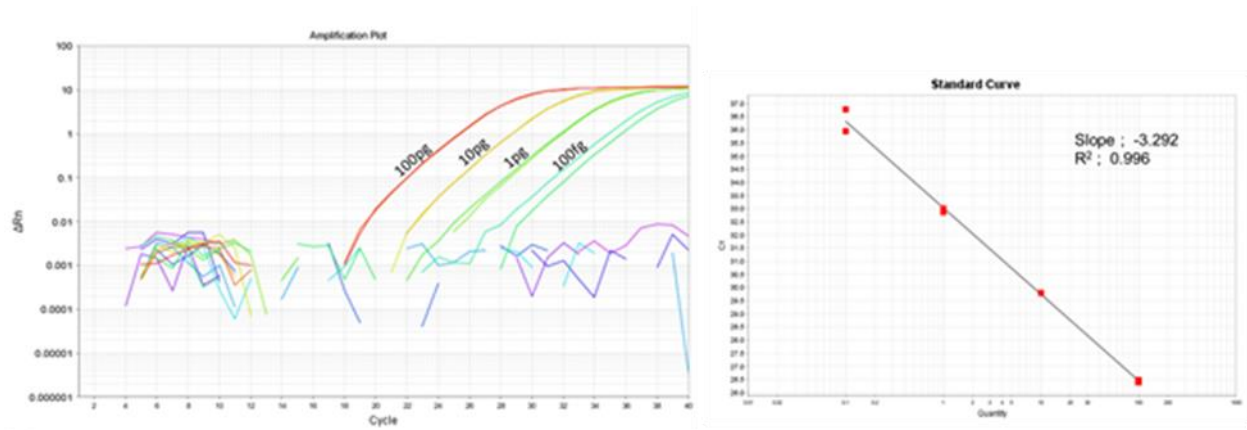


図 2－1 リアルタイム PCR による *Phytophthora colocasiae* DNA の検出感度および定量性

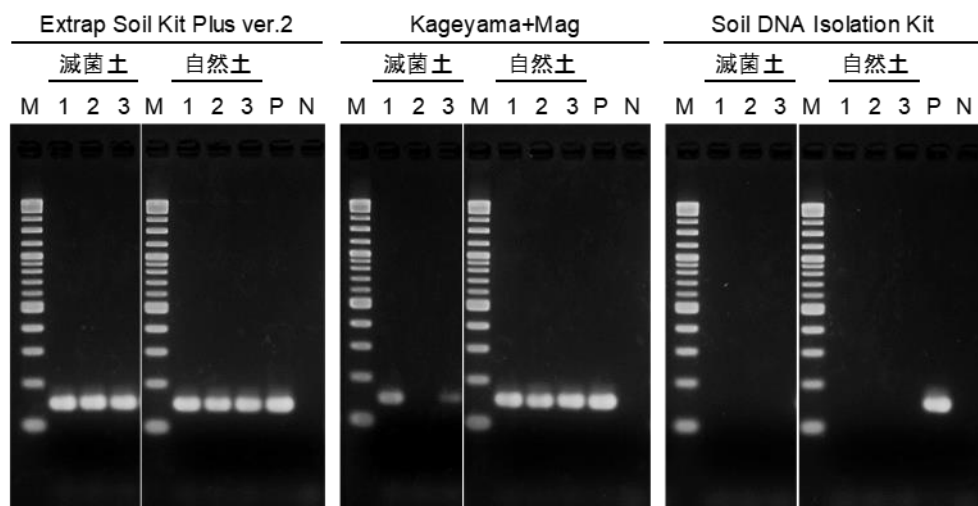


図 2－2 土壌からの種特異プライマーを用いた PCR による土壌からの *Phytophthora colocasiae* の検出における土壌 DNA 抽出法の比較

M: 100bp ラダーマーカー, P: 菌体抽出 DNA (50pg), N: ネガティブコントロール

さらに、自然汚染土壌から Extrap Soil Kit Plus ver.2 により DNA を抽出し、本研究で開発した PCR およびリアルタイム PCR を用いることで *P. colocasiae* を特異的に検出できることを明ら

かにした。

土壌からの DNA 抽出では使用する DNA が 0.25 g と少量なため、感度を上げるため捕捉法と LAMP 法を組み合わせた方法を考案した。2.5L 容タッパーウェアに土壌 200g を入れその上から滅菌蒸留水 500ml を加え、サトイモ葉の表面を下にして 25℃で 1 週間静置することで葉に水浸状の病斑が形成され、その部分を LAMP することで *P. colocasiae* を検出できた。

開発した技術は参画機関に連絡し、技術移転を図った。

（2）サトイモ疫病の伝染環の解明

葉の病斑上には多くの脱落性遊走子のうが形成されることが観察された。また、これらの形成能には顕著な菌株間差が認められた。

これまで罹病残渣、発病圃場の種イモおよび畑土壌からは検出されないことから、環境サンプルからの検出には DNA 抽出法の改良あるいは捕捉法の利用が必要と考えられた。そこで、新たに考案した捕捉法と LAMP 法を組み合わせた方法、PCR、リアルタイム PCR により土壌からの検出を試みたところ、圃場によっては土壌から検出されることが明らかになった。

3. 卵菌類の個体群構造解析

各種作物に根腐病などを起こす *Pythium irregulare*、果実の腐敗や株の腐敗を起こす *Phytophthora palmivora* および上記のサトイモの疫病菌 *Phytophthora colocasiae* について病原菌の伝染経路を明らかにするためマイクロサテライトマーカーを開発した。

4. 森林および河川に生息する卵菌類の多様性

森林および河川に生息する卵菌類が農業生産現場における病害の伝染源になっている可能性について調べるため、森林および河川から卵菌類の分離を試みたところ、*Phytopythium vexans* など病原菌と思われる種が検出できた。今後、さらに詳細な調査と分離菌の病原性等諸性質を明らかにすることが重要であることが明らかになった。

5. 脱水ケーキ中に生息する卵菌類

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

6. 植物病害診断、菌株同定サービスおよび菌株の分譲

4 研究機関から依頼のあった *Pythium* および *Phytophthora* 属菌 14 菌株について塩基配列に基づく簡易種同定を行った。6 研究機関に対して *Phytophthora* 属菌 19 菌株を分譲した。2 件の病害診断を行った。延べ 16 研究機関の研究者に菌の同定法、検出法などに関する技術相談に対応した。延べ 4 研究機関 8 名の研究者に *Pythium* および *Phytophthora* 属菌の検出法等に関する研修を行った。

研究テーマ： 荒川河川敷のノイバラ群落における火入れ温度の測定

所 属： 植生資源研究部門 植生管理研究分野 准教授
氏 名： 津田 智

日本ではススキ群落、カリヤス群落、シバ群落、オギ群落、ヨシ群落などの半自然草原の維持のために火入れを実施することは多い。特殊な例としては北海道小清水原生花園野ハマニンニク群落（海岸草原）や茨城県霞ヶ浦のカモノハシ群落などでの野焼き事例があり、それぞれの植生において火入れ時の温度環境を測定してきている。埼玉県熊谷市大麻生公園は荒川河川敷を含む都市近郊の緑地帯で、河川敷部分はノイバラやシナダレスズメガヤなどが優占する丸石河原になっている。この河川敷では、古い時代には洪水の攪乱によって植生が維持されてきており、カワラナデシコ、カワラヨモギ、カワラハハコ、カワラサイコなどの丸石河原を生息場所としている稀少種が見られる。近年は河川改修が進み、洪水頻度が減少したことから、丸石河原の植生が変質してきている。シナダレスズメガヤやニセアカシアなどの外来種の繁茂によって、カワラナデシコなどの河原の稀少種が減少することを防ぐため、丸石河原景観を維持し、河原の植生を保全するために毎春火入れを実施している。



図1 荒川河川敷の火入れの様子（左）と円礫が露出した焼け跡の様子（右）

丸石河原では地表に円礫（丸石）が露出しており、土壌の発達が悪いいため植物バイオマスは比較的少ない。そのため、火入れ時における枯れ草とノイバラの生きた茎などを合わせた燃料量は1平方メートルあたりの乾燥重量で364gだった。この値は、オギ群落の約1600g、ススキ群落の約840gと比べてもかなり小さい値となっている。燃料量の多いオギやヨシ群落では火入れ時の温度が相当の高温になるが、やや燃料量の少ないススキやハマニンニクの群落では前者ほどは高温にならないことがわかっている。燃料量のかなり少ないノイバラ群落における火入れ時の温度環境はオギやススキの群落とは異なることが予想されるため、地上100cm、30cm、地表（0cm）、地下2cm、5cm、10cmの6点で火入れ時の温度測定を実施した。なお、同じノイバラ群落の中に2地点の測定場所を設けてあり、それぞれ同じ高さ（深さ）の点で1秒間隔の温度測定を実施している。

図2は2018年2月1日に実施された荒川河川敷の火入れにおける温度環境を示したグラフである。1号機と2号機の温度グラフに示す値には大きな差があるが、両方とも地上30cmが最も高温になり、つづいて地上100cmが高温を示した。地表面（0cm）では50℃程度まで上昇するが、地下の温度は全く上昇しなかった。温度の値に関しては大きな差があったものの、温度の分布や継続時間などについては同様の傾向を示した。オギ群落では地上の最高温度が800℃以上にもなり、ススキ群落でも700℃程度になることから、燃料量の多少によって温度環境が変化すること

が認められた。丸石河原を生息場所とする稀少種の大半が多年草であることから、冬季の休眠期は地下部（根・地下茎・種子など）のみが生きており、地上部は冬枯れている状態になっている。この時期に火入れを実施しても、地上が焼失するだけで、地下部まで死亡することはないと考えられる。ノイバラやニセアカシア等の木本植物には多少なりともダメージを与えることができることから、丸石河原の植生保全には火入れが有効と考えられる。

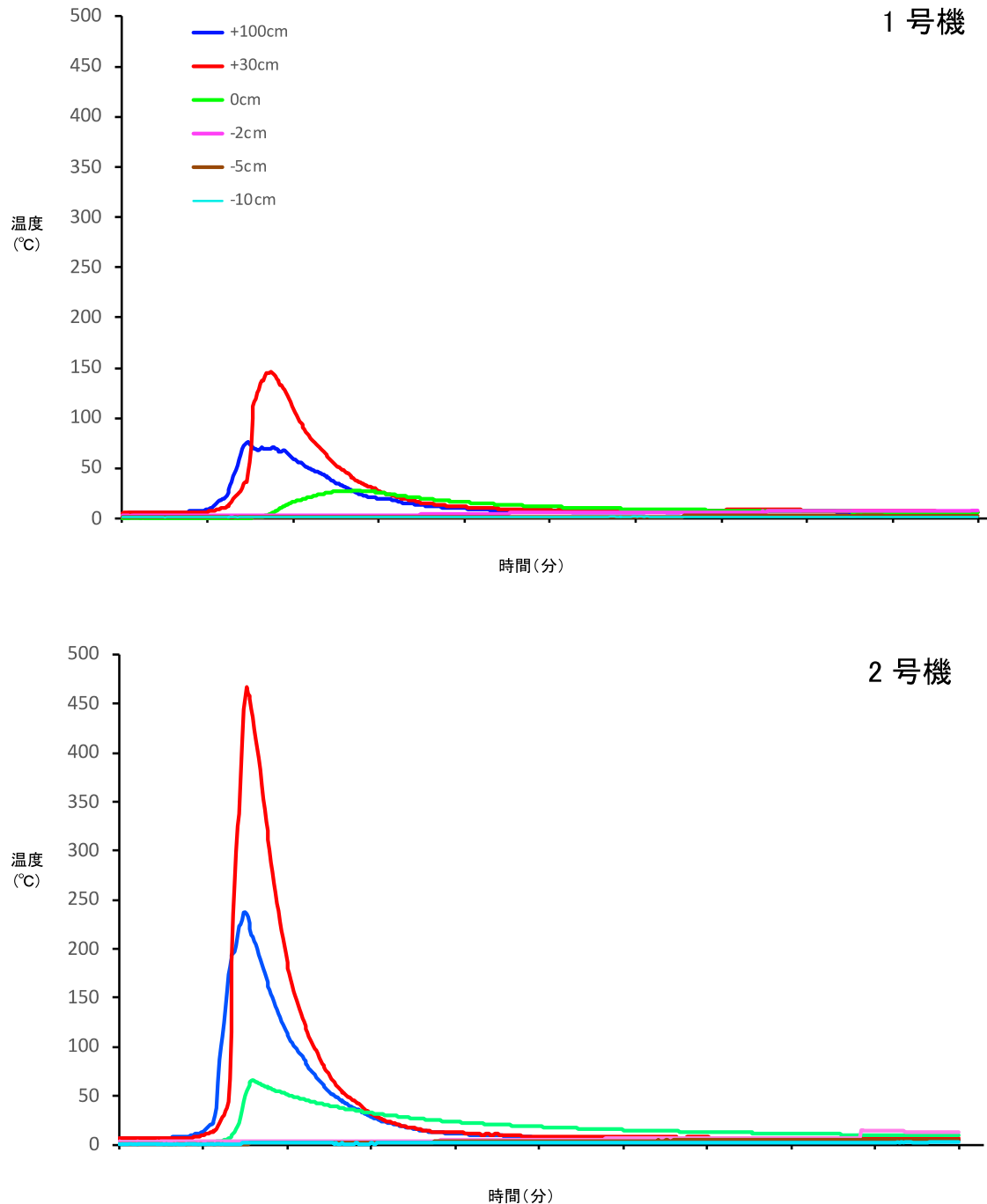


図2 荒川河川敷ノイバラ群落における火入れ時の温度環境変化

研究テーマ：森林生態系機能の解明，及び総合的観測システム構想の開発

所 属：植生資源研究部門 植生生理生態研究分野 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，植生景観研究分野客員教授）・丸谷 靖幸（特任助教）・永井 信（海洋研究開発機構）・熊谷朝臣（東京大学）・市井 和仁（千葉大学）・柴田 英昭（北海道大学）・斎藤 琢（助教）・南野 亮子（特別協力研究員）

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）・Antonio Bombelli (GEO Carbon & GHG Initiative)

1. 気候変動下での森林生態系機能の総合的観測システムの開発に向けた課題抽出

気候変動は、生態系、生物多様性、人類の持続可能性に関わる全球的な環境問題であり、近年の極端気象や植物活動の季節性の不安定さが示唆するように、すでに生態系・生物多様性に様々な異変をもたらしている（Secretariat of the Convention of Biological Diversity, 2014）。森林生態系は地球の陸地面積の30.6%程度だが（FAO, 2016），その炭素循環はアルベドや水循環とともに地球環境調整の重要機能のひとつである（Bonan, 2008）。大気中のCO₂濃度は上昇し続けており、最新の推計では人間活動によるCO₂放出量約36 Gt-CO₂/年の30%を陸上生態系が吸収している（Global Carbon Project, 2017）。森林生態系は地球表面の高々9%程度を覆う植生だが、その炭素循環は重要な地球環境調節機能である。森林の炭素固定メカニズムは生態系を成す植物などの生物と気象・水・化学的環境の相互作用が基盤である。しかし気候変動は既に生態系・生物多様性に様々な異変をもたらしており（Global Biodiversity Outlook 4, 2014），炭素循環などの生態系機能への大きなインパクトが懸念されている（IPCC 1.5°C報告, 2018）。アジア、欧州、南北米、オセアニア等の地域ごとに気候変動は異なり（IPCC, 2013），また各地域内でも気候変動や生態系は地理的に不均一なため、生態系や炭素循環の変動に関する生物と気象の広域かつ精緻な観測の拡充と気候変動影響評価の推進が必要とされている（Ciais et al., 2014; Global Climate Observing System, 2016）。

陸上生態系の炭素循環に関するフィールド観測や生態系モデル、衛星データを用いた数々の研究からも、植物バイオマスの分布とともに、生態系の諸要素の季節性と、日・季節ごとの葉の光合成量（単位時間・葉面積あたりのCO₂吸収量）の微気象環境応答に関わる生理生態学的プロセスが地球システムの重要な生物地球化学プロセスであることが示されている（Cleland et al. 2007 ; Piao et al. 2015）。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（Rogers et al. 2017）。

森林生態系は地球表面のたかだか9%程度を覆うだけだが、その炭素吸収・蓄積能力、および生物多様性維持の観点で非常に大きな地球環境調節機能をもつ。森林生態系の炭素循環や炭素固定能、あるいは一次生産力に関する生態学的なメカニズムならびにその気象環境との詳細な関係は、生態学的な植物バイオマス調査や生理生態学的観測、および微気象学的手法によるCO₂フラックスや炭素循環過程の観測によって明らかにされてきた（AsiaFlux 運営委員会, 2003）。しかしこれらの研究は研究者が実際に訪れて観測機材の設置や調査が可能な場所に限られるため、気候変動と生態系応答の地理的分布の広域的な解明・

予測を可能とする研究・技術の発展が必要とされている。このためには詳細なメカニズムの解明を得意とする生理生態学や生物地球化学的研究と局所から全球の陸域観測を担う衛星リモートセンシングを有機的に結合し、これらの観測知見を十分に取り入れたシミュレーションモデルを利用する横断的な研究の発展が有効である（Muraoka and Koizumi 2009）。特に山地が大部分を占める日本国土では気象／気候環境や生態系構造・機能の空間的不均一性が大きいので、既存の観測フィールドでの分野横断的集中観測やフィールド観測・リモートセンシング・モデルシミュレーションの結合によるスケール横断的研究によって、複雑地形における斜面方位や傾斜の影響を考慮した炭素・水などの物質循環機構の観測と解析を推進することが我々の生活圏の地球環境である生態系の保全や資源の持続可能な利活用の推進に有用である（例えば、第6期地球観測推進部会、2015）。

微気象学的観測、植物生理生態学的観測と野外実験、森林林冠の近接リモートセンシング、プロセスベースモデルによる光合成・呼吸過程の環境応答と森林全体の炭素収支の解析を、特定のフィールドで集中的に進めることによって生態系の構造と機能の関係を日から20年のスケールで多角的に解明することができる（Muraoka and Koizumi, 2009）。このような分野横断的な重点観測フィールドは「スーパーサイト」と呼ばれることもある（Muraoka et al. 2015）。図1にフィールド観測、衛星観測、モデル解析の連携の有用性、およびこれらの統合的研究のネットワーク化による展望について整理した。生態系観測サイトにおける近接リモートセンシングの結果を生理生態学的に解釈することにより、衛星リモートセンシングによる陸上生態系モニタリングの信頼度を上げることができる。また過去から現在に至る長期観測の結果と野外温暖化実験の結果を照合することにより、生態系モデルを用いた数10年スケールでの気候変動影響の予測研究の精度向上も期待できる。しかし陸上生態系の構造—機能や環境応答は地理的変異が大きいので、1地点での学際的かつ緻密な研究により創出される知見や衛星観測データの解析技術によって広域への展開を試みながら、標準化された観測手法を複数の観測サイトに適用して得られるデータや知見と合わせるネットワーク研究を展開する（図2）ことにより、生態系機能の生態学的・生物地球化学的機構や環境応答の普遍性や特異性の理解が促進され、さらに、生態系機能の変化や損失などの広域観測の空白域の解消と信頼性の向上をもたらすことができるだろう。

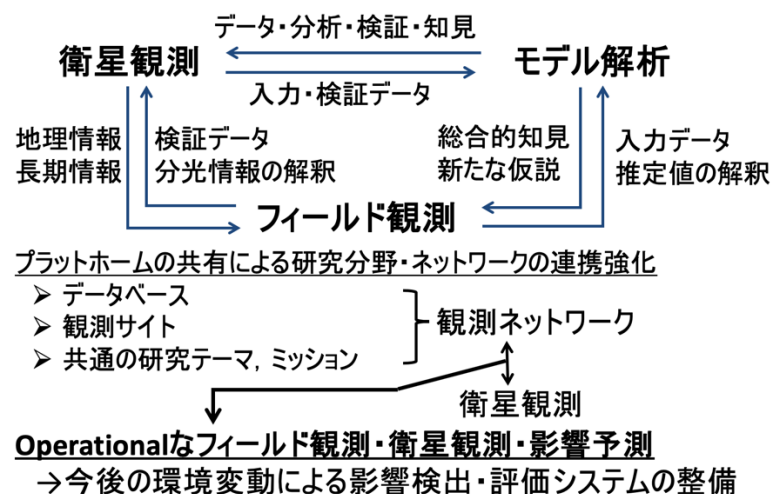


図1 衛星観測、モデル解析、フィールド観測の連携による生態系研究の展望。

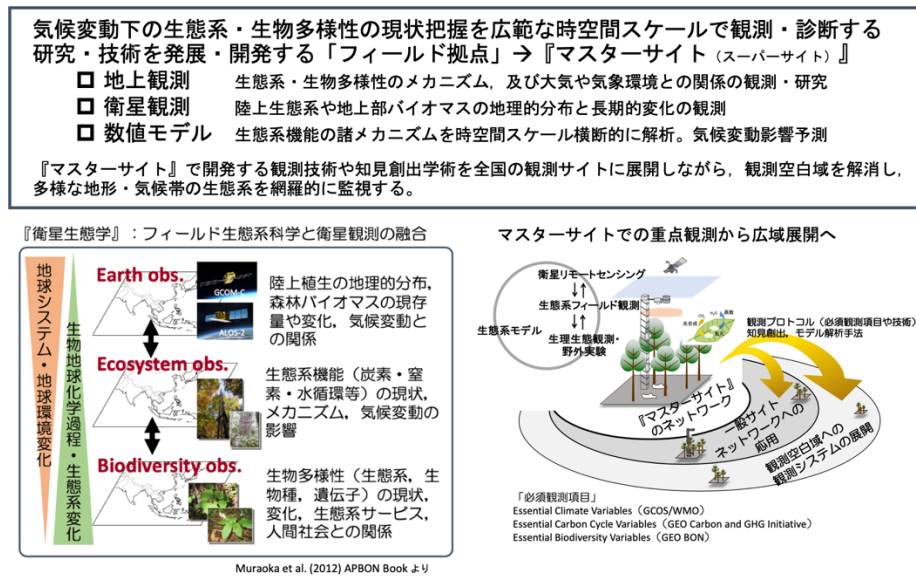


図2 気候変動下での陸上生態系機能のメカニズムとダイナミクスを解明し、さらに広範な時空間スケールに観測・研究手法を展開することが求められている。流域圏科学研究センター・高山サイトは長期・複合的観測および実験が実施されており「マスターサイト（スーパーサイト）」の要素を持つ。

視点を流域圏に移してみると、観測・モデル解析と予測の研究はさらに総合的な考え方を基盤とする必要が生じる。山地森林流域の生態系機能は、大気—森林間のCO₂ガス交換や水収支のように鉛直一次元的な現象だけでなく、水・物質の側方移動による生態系間の相互作用も重要な過程である。そのため山地流域内に複数の観測・検証サイトを設けた研究を展開することが期待される。それにより、今後の気候変動や人間活動が流域圏生態系機能およびサービスにもたらす影響を解明・予測する知見も得られるだろう。

気候変動が進行する状況下で生態系観測を継続的に推進することの学術的重要性をこれまでの研究成果に基づいて明確にすることが必要であるとともに、どのような観測やモデル化をどのような研究対象や仮説に関連づけて展開するかということをデータや知見の多様なユーザーの観点で明確にすることも求められる（図3）。

What are the hypotheses for long-term research under conditions of increasing atmospheric CO₂ and climate change?
How do we develop our research to tackle those hypotheses?
What are the gaps and challenges of cross-scale and multidisciplinary approach?

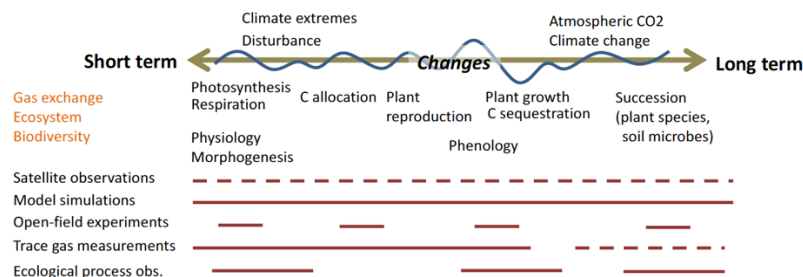


図3 生態系の構造および機能の広範な時間的変化・変動を捉える観測および研究方法の検討。観測そのものを目的化だけでなく仮説検証型の研究として計画・実施することも必要とされる。

フィールド、航空機、衛星など多様な観測プラットフォームの連携促進も気候変動観測の場では共有された課題であり具体的な計画化と実施が求められている。気候変動が生態系・生物多様性とそれらの機能にもたらす影響の包括的かつ空間的に緻密な現状把握が喫緊の課題であり、それに対応するためにも、気象／気候変動や生態系機能に関する必須気象観測項目（Essential Climate Variables, ECV）の生態学的観点からの検証や必須炭素循環観測項目（Essential Carbon Cycle Variables : ECCV, GEO Carbon and GHG Initiative）による提案。<https://www.icos-ri.eu/geo-c> を参照）などの特定、さらに分野ごとに特徴的な個々の多数の観測項目の生態学的観点からの相互関連性の分析（Haase et al., 2017）による観測手法やデザインの標準化を、微気象学、生態学、森林水文学などの各種観測サイトや研究ネットワークの協力によって横断的に進めることが急がれる。

（村岡裕由）

2. 飛騨高山冷温帯落葉広葉樹林における炭素収支および大気中 CO₂ 濃度の長期変動

地球温暖化や大気中 CO₂ 濃度の増加に伴う、陸域生態系における炭素収支への影響の予測には不確実性が高い。この問題を解決するために、森林をはじめとする陸域生態系において、CO₂ フラックスや濃度観測が実施されており、それらの変動要因の解明、および地球温暖化や CO₂ 濃度増加による炭素収支および大気中の CO₂ 濃度の変動への影響の早期検出が試みられている。しかし、上記目的のためには長期観測データを用いた解析が必要であるが、20 年以上の長期に渡って観測が継続されている例は少ない。岐阜県高山市の冷温帯落葉樹林観測サイト（TKY）では、1993 年から現在まで大気中 CO₂ 濃度および大気－生態系間の CO₂ フラックスの長期観測が実施されており、世界有数の長期観測データがこれまでに蓄積されてきている。

25m の観測タワーを用いて、タワートップにおいて渦相関法(1998 年までは傾度法)によるフラックス観測、林内外の複数高度において CO₂ 濃度及び気象要素の観測等を行っている。観測からは、正味の大气-生態系間 CO₂ 交換量（ $NEE \equiv -NEP$ ：生態系純生産量）が得られるが、鉛直混合が活発に起こっていると考えられる夜間の NEE データと気温との経験式から、生態系呼吸（ R_{ec} ）と総光合成(GPP)に分離推定した。2018 年度は、9 月の台風来襲による停電や一部装置の故障により欠測を生じたが、それ以外は概ね順調に継続してデータを取得することができた。

図 4 にこれまでに得られた林冠上日中のデータのみを用いて得られた日平均 CO₂ 濃度および日積算 NEE の変動を示す。光合成吸収と呼吸放出の季節変動を反映して、CO₂ 濃度は、晩夏に最低、春に最高値を示す季節変動を示し、NEE は夏～初秋に吸収、その他の時期は正味の放出を示す（正值が正味 CO₂ 放出、負値が正味 CO₂ 吸収）。濃度については、人為起源の排出に起因する経年増加が見られ、平均

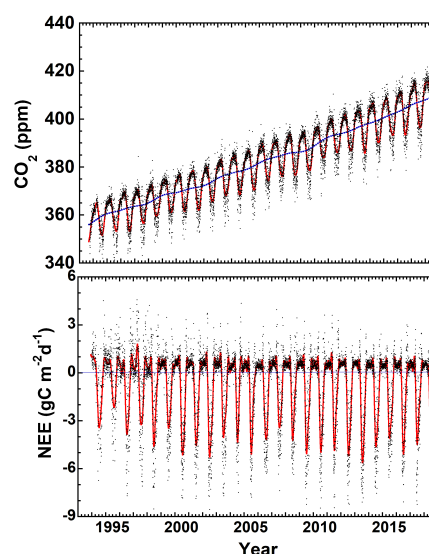


図 4. TKY サイトにおける日中、林冠上のデータから得られた日平均 CO₂ 濃度(上)および日積算 NEE(下)の変動。赤実線はデータへのベストフィットカーブ、上図の青破線は長期トレンドを示す。

2.1ppm/年の割合で増加し、観測期間中に約 50ppm 増加したが、長期トレンドの傾きは一定ではなく年々変動が見られる。

図 5 に年積算 CO_2 収支の年々変動を示す。NEP 及び、GPP の年々変動は類似した変動を示し、 R_{ec} と比べて年々変動が大きく、年積算 NEP の年々変動は、主に GPP の年々変動に依存していると推察された。年積算 NEP の年々変動要因を調べたところ、(1)年積算 NEP は夏季の NEP の年々変動と有意な正の相関があり、夏季の天候が年積算 NEP の年々変動に影響を及ぼしている、(2)春の気温が高い年は、展葉や日平均 NEP が放出から吸収に転じる日が早まる傾向が見られ、年積算 NEP を増大させる傾向がある、ことが明らかになった。一方、NEP、GPP および R_{ec} はいずれも観測期間全体で統計的に有意に増加する長期トレンドを示した。

図 6 に日中の林上の CO_2 濃度データから求められた季節変動成分の変動を示す。図に示すように最高値－最低値差の振幅について、統計的に有意な増大傾向が見られた。これは、先行研究で指摘されている、北半球中高緯度で陸上植物の光合成吸収・呼吸放出活動の活発化に伴う、大気中 CO_2 濃度の季節変動振幅の経年増大を反映している可能性もある。

長期の観測によって、上述の年々変動や長期トレンドが初めて明らかになったが、推定された変動要因に起因するのかどうか、また、地球温暖化や CO_2 濃度増加の影響を反映したものかどうかを明らかにするためには、さらにデータを蓄積し、モデルシミュレーションや生態学調査等の結果との比較解析を進めて行く必要がある。

(村山昌平)

3 風雪および光環境への適応のバランスに基づいた樹冠構造の決定戦略の解明

形態的・生理学的に異なるミズナラ日向/日陰シュートについて、それぞれの置かれた環境での光合成生産における枝葉の形態的および生理学的特性のベネフィットを、茎の力学的支持機能を考慮して評価した。弱光下（ギャップ）での日陰シュートの日向シュートに対する光合成生産性の優位性の大部分は陰葉を持つことに由来するものであったが、シュートのマスあたり光合成生産の最大化を実現する節間長の値は暗い環境ほど大きく、このことから暗い環境において長い節間長を持つこと及び自己被陰を回避することの重要性が示された。一方強光下では、シュートの光合成生産性は日向シュートにおいて若干大きいのみであり、日向シュート vs. 日陰シュートの形態的・生理学的な違いは静止状態でのシュートの光合成生産性にあまり違いをもたらさなかった。日向シュートは構造的に風のある環境での形態維持に有利であり、実際の林冠上部での光合成生産において日向シュートにアドバンテージがあるとすれば、それは一部には風に対する頑丈さに由来すると考えられた。

(南野亮子)

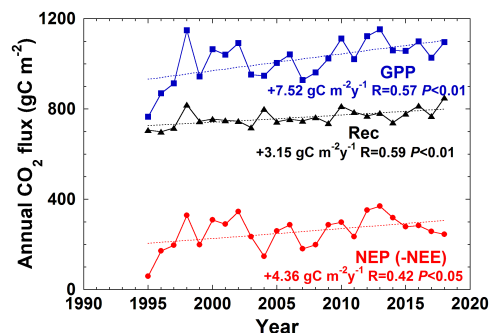


図 5 TKY サイトにおける年積算 NEP, GPP おおおよび R_{ec} の年々変動。

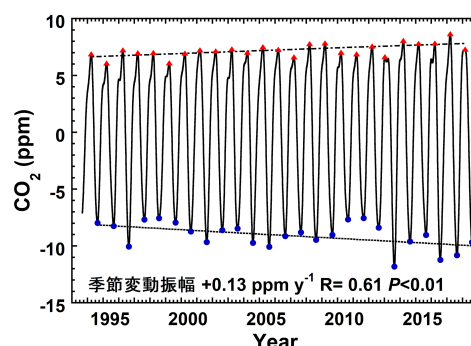


図 6 日中の林上の CO_2 濃度データから求められた季節変動成分の変動。

研究テーマ：森林生態系の炭素・水・熱循環機構の解明

所 属： 植生資源研究部門 植生生理生態研究分野 助教

氏 名： 斎藤 琢

共同研究者：村岡 裕由（流域圏科学研究センター）・永井 信（海洋研究開発機構）・吉竹 晋平（流域圏科学研究センター）・安江 恒（信州大学）・高橋春那（応用生物学部）

研究協力者：村山 昌平（産業技術総合研究所）・大塚 俊之・鈴木 浩二・平塚 肇（流域圏科学研究センター）

岐阜県高山市の落葉広葉樹林（AsiaFlux TKY site）および常緑針葉樹林（AsiaFlux TKC site）を重点研究サイトとして、フィールド観測、リモートセンシング、生態系モデリングを有機的に統合し、森林生態系の炭素・水・熱循環機構の解明に関する研究を推進している。平成30年度は、科研費（代表1件）、受託研究1件、プロジェクト研究（分担3件）、本研究センターの共同研究受け入れ（重点研究1件、一般研究6件）を実施した。いくつかの課題についての概要を下記に記述する。

1. 植生遷移に伴う落葉広葉樹林生態系機能の環境応答特性の変遷とその変動機構の解明

本研究は、植生遷移に伴う落葉広葉樹林生態系機能の環境応答特性の変遷とその変動機構をフィールド観測による実証研究と生態系モデル研究の統合により解明することを目的に実施している。これまでに、重点研究サイトとして設定した50-60年生の落葉広葉樹林（AsiaFlux TKY）で観測された葉群フェノロジーデータから、先駆樹種であるダケカンバは、二次林構成樹種であるミズナラと比較して、葉量が季節的に早く減衰する傾向にあることが明らかとなっている。本年度は、これらの葉群フェノロジーの相違性が水・炭素循環へ及ぼす影響を、生態系モデルを用いて調査した。2005-2014年の樹種別のLAIデータ（Nagai et al. 2018）から、ダケカンバとミズナラのLAIの季節変化を抜粋し、これらの葉群フェノロジーを生態系モデルのサブモデルとして組み込み、ミズナラ優占林とダケカンバ優占林を仮想的に設定した。両生態系の水・炭素循環の比較は根雪期（12-3月）、展葉期（4-5月）、成熟期（6-9月）、落葉期（10-11月）毎に行なった。その結果、落葉期において、仮想ダケカンバ林の上層木蒸散量は、仮想ミズナラ林のそれと比較して、約40%減少していた。ただし、年積算蒸散量に対する落葉期の寄与は5%程度であり、年積算の蒸散量および蒸発散量に与える影響は小さかった。他方、炭素循環では、落葉期において、仮想ダケカンバ林の上層木GPP（総一次生産量）は、仮想ミズナラ林のそれと比較して、約43%減少していた（表1）。その影響で、下層植生（クマイザサ）を含めた生態系全体の年積算GPP、年積算純生態系生産量はそれぞれ約6%、18%減少していた。これらの結果、ダケカンバ林からミズナラ林への遷移を想定した場合、蒸散量や蒸発量よりもむしろ、炭素循環への影響が大きいことが示唆された。

2. スギ林の気候変動応答の解明

本研究は、東北から九州までを縦断する異なる気候帯におけるスギ林生態系の炭素循環の気候変動応答特性を、フラックス観測、生態系モデリング、年輪解析の統合解析により明らかにすることを目的としている。本年度は、高山試験地において、気象およびフラックス観測を実施し、生態系モデル検証用のデータを蓄積した。さらに年輪採取林分に該当する全国10地点（宮崎、長崎、静岡、福岡、茨城、栃木、香川、愛媛、岐阜、福島）を対象に、一時間毎の気象データの整備を行い、生態系モデルを用いての27年分（1990-2016年）の炭素収支の計算を実施した。解析地点は、年輪構造クロノロジー採取地点または採取予定地とし、温量指数（73から140）と降水量（約1250mmから約3200mm）において広範な気候帯をカバーした。各解析地点の生態系モデル入力用の気象値は、農研機構1kmメッシュ気象データ（日値）と近隣アメダスの気象値（1時値）をもとに、1990年から2016年までの27年間

の各気象値（気温、降水量、日射量、水蒸気圧、大気圧、風速）の1時間値を推定した。これを生態系モデルへの入力気象データとし、各地点の1990年から2016年までの27年間の炭素収支を推定した結果、寒冷地ほど冬から春先の生産量の気温依存性が高い傾向が示唆され、昨年（2016年）の4地点における予備解析を支持する結果が得られた。また、年積算降水量が1400mm以下の乾燥地域（茨城、香川）においても、それほど顕著な乾燥の影響はみることができなかった。

3. 雪害による自然撓乱がスギ林生態系の炭素循環過程とその変動機構に及ぼす影響

日本の代表的な自然撓乱として、幹の材質的強度が弱いスギ林生態系における冠雪害が挙げられる。したがって、雪害による自然撓乱がスギ林生態系の炭素循環過程とその変動機構に及ぼす影響を解明することが、我が国の長期的な森林生態系の炭素収支を評価する上で重要となる。そこで、本年度は、その一環として、2014年12月に冠雪害を受けたスギ林生態系（AsiaFlux TKC サイト）を重点研究サイトと位置づけ、スギの樹冠欠損が幹表面呼吸の季節変化に及ぼす影響を明らかにした。健全木（H）、樹冠一部残存木（BSc）、幹折木（BS）の樹冠状態の異なる3種類のスギを対象に、チャンバー法による幹表面呼吸観測、樹冠形状観測、木部組織観察および環境要因計測を実施し、幹表面呼吸の季節変化の定量的評価と、その相違性を生み出す要因を解明した。その結果、樹冠状態によって、幹表面呼吸の季節変化が異なることが明らかとなった。特に、BScの幹表面呼吸量は、HおよびBSと比較して、成長期に著しく低い傾向にあり、冠雪害によって幹表面呼吸の空間的不均一性が増加することが示唆された。なお、本研究は卒業研究の一環として実施された。

表1 仮想ダケカンバ林および仮想ミズナラ林における根雪期（12-3月）、展葉期（4-5月）、成熟期（6-9月）、落葉期（10-11月）、年間の総一次生産量（GPP）および純生態系生産量（NEP）

	期間	GPP (gC/m ² /period)		NEP (gC/m ² /period)	
		ダケカンバ林	ミズナラ林	ダケカンバ林	ミズナラ林
生態系全体	根雪期	3.2	3.3	-62.0	-61.7
	展葉期	83.1	88.2	-14.6	-10.2
	成熟期	799.4	817.8	261.8	275.0
	落葉期	99.1	129.3	-0.8	20.6
	年積算	984.8	1038.7	184.3	223.6
落葉上層木	根雪期	0.0	0	-	-
	展葉期	14.0	21.4	-	-
	成熟期	778.8	802	-	-
	落葉期	62.9	108.8	-	-
	年積算	855.8	932.1	-	-
林床ササ群落	根雪期	3.2	3.3	-	-
	展葉期	69.1	66.8	-	-
	成熟期	20.5	15.8	-	-
	落葉期	36.2	20.5	-	-
	年積算	129.0	106.4	-	-

研究テーマ：地表面での熱・水・CO₂交換に関する研究

所 属：水系安全研究部門 水系動態研究分野 教授

氏 名：玉川 一郎

共同研究者：吉竹 晋平・鈴木 浩二・平塚 肇（流域圏科学研究センター）・小林 智尚・吉野 純（工学部）・高山 佳久・藤川 知栄美（東海大学）・早川 明良・池 康宏・有吉 輝（川崎重工株式会社）

研究協力者：Rio Chandra（研究生）・藤澤大志・靱山広典（学部学生）

平成30年度の研究活動として、以下の3つを紹介する。

1. 高山試験地での気象観測

高山試験地の冬期降水量観測の更新のための比較観測を今年度も続けた。昨年の溢水式雨量計（Yokogawa Weathac. B-071-00）とヒーター式雨量計（クリマテック CTKF-1-UD ヒーター増強型）の比較より、2017年11月11日から2018年4月30日の期間で、溢水式867mmに対して、ヒーター式834mmと、33mm（3.8%）の過小評価になった。解析によれば、これは雪がヒーターの熱で溶かされて雨量計へ入っていく間の蒸発によるものが大きいと考えられ、気象観測の気温・湿度・風速をもちいてバルク法により補正を行った。ほとんどの差が補正されたが、1イベントのみ補正できない差（溢水式が大きい）が生じたので、もう1年比較観測することにし、2018-2019のシーズンも比較観測を続けている。

2. ドップラーソーダの開発

小型で、仰角方位角を変えて観測できるドップラーソーダの開発を続けている。今まで送信/受信ともパラボラを利用したスピーカ/マイクによるシステムであったが、指向性が十分ではなく地表面からの散乱音を受信して回転台に搭載できる小型パラボラでは風の観測ができなかった。本年度は、超音波素子を並べたスピーカより、可聴音で変調した超音波を発射し、音波の非線形性により可聴音を生成するパラメトリックスピーカを導入した。超音波により生成される可聴音はもともと指向性のよい超音波が空中を伝わりながら発生するので、超音波の経路に沿ってスピーカを並べたような音源となり、指向性が非常に高いことが期待され、実際5kHzの音の場合野外での計測で2度程度の非常に鋭い指向性を示した。そこで、それを送信部に用いて、受信部は一昨年のもより大きく直径70cmにし、指向性マイクを用いた装置を作成し、実験を行った。装置の外観を図1に示す。

この装置地を用いて、岐阜大学構内でテストを行った結果、0.05秒間の5053Hzのパルスを仰角45度で発射し、音波発射から、0.05秒ずつの区間で受信音のパワースペクトルを示したのが、図2である。図の赤丸で示されたピークが発射したパルスが大气で散乱されて帰ってきたと思われるもので、青矢印で示されているピークが周囲のノイズであると思われる。散乱られたパルスは、図2の3区間目では他の音に紛れて区別できなくなっているが、2区間目までは確認でき、その周波数より



図1 本年度製作したドップラーソーダ。パラボラは直径70cmで、中心部にマイクを持つ受信部で、その左の四角いものが、パラメトリックスピーカに、サイドロブ対策の吸音材のカバーを付けたものである。

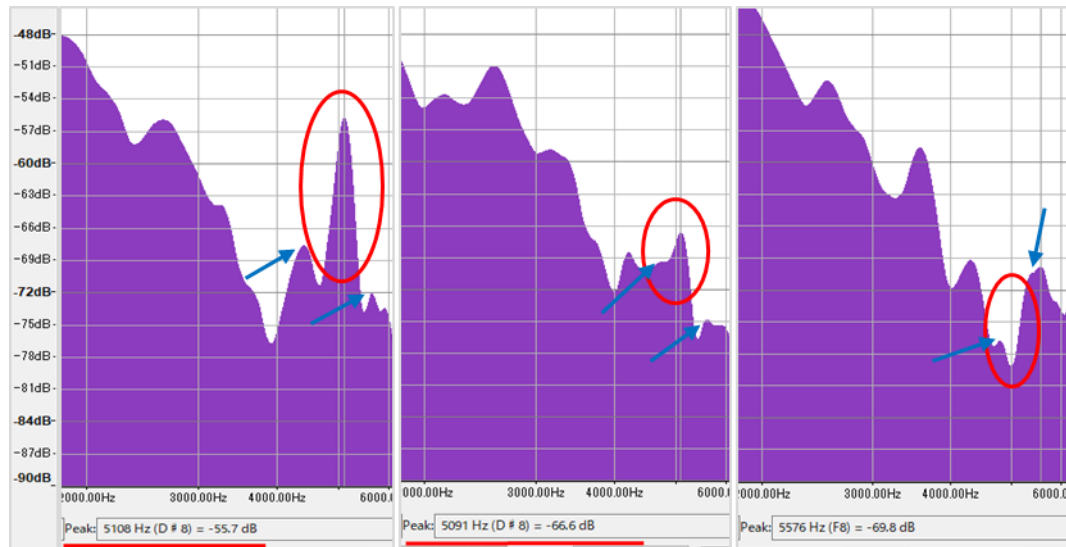


図2 第1区間(左図)、第2区間(中図)、第3区間(右図)のスペクトラム解析結果
送信音終了後より0.05秒毎に区間を区切ってある。仰角は45度

ドップラーシフトも算出できる。このように、非常に近く（17m程度）でしか計測できていないが、2軸回転台を用いたドップラーソーダの開発で初めて大気からの散乱音を計測することができた。

方位角を変えた観測からドップラーシフトを、方位角を変えて計測すると図3のような結果が得られ、手持ちの風速計で計測した地上風と高度の違い、時刻の違いを考えればよく一致した結果が得られた。仰角10度という非常に低い角度でもある程度の値は得られているが、地面からの反射の影響か、ドップラーシフトが小さくなっている。

今後、本装置の性能を確認するとともに、必要に応じた調整、改良を行い開発を続けていく。

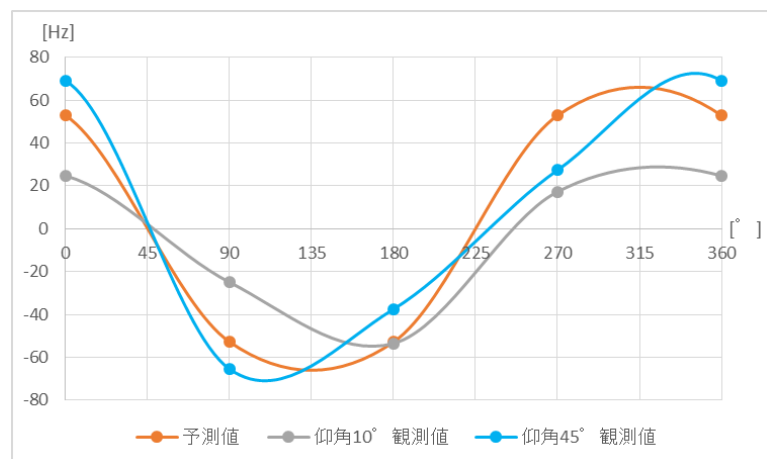


図3 方位角を変えた観測から求めたドップラーシフト（青 仰角45度、灰 仰角10度、オレンジ 地上風から予測されるドップラーシフト）

3. 統合水文モデルへの積雪過程の組み込み

2015年度に児島によって開発された統合流域シミュレーションモデルに対して、本研究室では、地表面熱収支と地面温度を計算する1次元モデルを昨年度追加し、本年度は積雪モデルを追加した。積雪モデルは、Yamazaki 2001に基づくもので、積雪を厚みに応じて、層数を変化させて計算する詳しい多層モデルである。高山試験地の気象観測データを用い1次元シミュレーションとして開発を行い、積雪深、積雪の各層の温度、水分量などを計算できるものが作成された。引き続き改良を続け、冬期も含んだ水文過程のシミュレーションを行えるようにしていく。

研究テーマ： 防災と環境保全を両立した川づくり、地域における気候変動適応技術の開発

所 属： 水系安全研究部門 水系動態研究分野 准教授

氏 名： 原田 守啓

共同研究者： 玉川 一郎・丸谷 靖幸・永山 滋也・児島 利治・小山 真紀・斎藤琢・石黒 泰・ラマ ヤ
ンダ（流域圏科学研究センター）・神谷 浩二（工学部）・山上 路生（京都大学）・三輪 浩
（鳥取大学）・赤堀 良介（愛知工業大学）・小野田 幸生・萱場 祐一・中村 圭吾・川村 里
実（（国研）土木研究所）・馬場 健司・岩見 麻子（法政大学）・松岡 大祐・中川友進・川
原慎太郎・荒木 文明（JAMSTEC）・大楽 浩司・石崎 紀子・伊東 瑠衣（防災科学技術研究
所）・川瀬 宏明（気象研究所）・杉本 志織（JAMSTEC）・山崎 剛・佐々井 崇博（東北大学）

研究協力者： 角田 美佳・塩澤 翔平（大学院生）・加藤 大暉・岩田 奨平・國島 佑紀（学部生）・浦野
芳弘・村岡 治道（清流の国ぎふ防災・減災センター）・杉山 英夫・鈴木 貴晃（岐阜県）・
蒲 勇介（NPO 法人 ORGAN）・国土交通省中部地方整備局木曽川上流河川事務所調査課

平成 30 年度の主な研究活動として、以下の4つの研究活動成果について報告する。

1. 山地急流河川における川幅と河岸粗度が河床安定に及ぼす影響

自然度が高い山地溪流では、巨石が流路を横断して噛み合った礫段(step)が河道を安定させる役割を有するとともに、step-pool 地形が多様な生息環境を形成している。Montgomery & Buffington による山地河川の地形区分では、複数河川の現地調査に基づき、異なる 4 タイプの河川地形を呈する河床勾配の範囲が示されている。step-pool は河床勾配 0.05 あたりを中心とした勾配の範囲で確認されており、より急勾配では小滝が連なる cascade、それより緩勾配では平坦河床 plane-bed を呈する河川が多いことが示されている。Step-pool の成因については、粗粒化を伴った反砂堆が固定化したものであるとする芦田らの説、反砂堆波長と射流水面上に現れる斜め交錯波が一致して生じた 3 次元河床波であるとする長谷川・上林の説など、土砂水理学的な観点によるものと、通常の出水では移動しない巨石や岩盤突出部が keystone として機能して移動する石が詰まるなどして step が形成されるとする Zimmerman らの説などがある。巖島らは、これらをそれぞれ反砂堆理論と keystone 理論として整理し、step-pool に関する既往の知見を幅広い分野から総説している。このように、step-pool の形態や機能等についての知見は蓄積されてきているものの、我が国の山地河川では、河道改修や災害復旧によって平滑な護岸整備がなされたことを契機に、改修後の出水によって step が流失し急激な河床低下を生じて、再度災害を被る河川や溪流も未だ少なくない。河川における災害復旧の技術基準にあたる「美しい山河を守る災害復旧基本方針」改訂版では、護岸を平滑にしないことやstepの構成材料となり keystone になりうる巨石を存置すること等の留意点が述べられているが、例えば改良復旧等の場面において、河道の断面設定や護岸



写真-1 良好な step-pool がみられる区間と護岸整備後に step が消失した区間（木曽川水系切立川）



写真-2 混合土砂及び粗度板設置状況

粗度の設計方法に関する知見はいまだ十分とはいえない。そこで本研究は、山地急流河川における川幅設定と河岸粗度の有無が、河床の安定性、すなわち洪水時の土砂移動に及ぼす影響について、移動床水理実験を通じて検討した。

本研究では、山地急流河川における川幅設定と河岸粗度の有無が、河床の安定性、すなわち洪水時の土砂移動に及ぼす影響について、水路幅、断面形、河岸粗度の有無が異なる 10 ケースの移動床水理実験を通じて検討した。主要な結果を以下に示す。(1)水路幅の縮小は、同一流量に対する掃流力を増加させ、土砂流出の増加（河床低下）をもたらした。しかしながら流出土砂量は、混合粒径の流砂量式から算定される流砂量に対して 1～59%に限られていた。表層の粗粒化、河床形状の変化による有効掃流力の減少等がその要因と考えられた。(2)台形断面は、急激な土砂流出と河床低下を生じやすかった。河床低下に伴って底面幅が狭まることに起因していると考えられた。(3)河岸の粗度の有無は、一部のケースで流出土砂量に大きな変化を与えた。河岸近傍の大径礫が安定することにより keystone として機能し、安定した step が維持された。ただし、水路幅が狭いケースではこの効果は見られなかった。

(4)安定した step が形成・維持されるためには、反砂堆理論と keystone 理論が同所的に成立する必要がある。河岸粗度は大径の石礫が keystone として機能しやすくする効果を有する。

以上より、山地急流河川の河道改修にあたっては、川幅の確保が第一であり、加えて河岸の粗度を確保することが、河道の安定に重要な役割を果たすことを示した。

2. 石礫床河川の河床環境評価が可能な数値計算モデルの開発

河川中上流域では、一般的に河床を構成する土砂の粒径の幅が広く、瀬淵に代表される河川地形とこれに対応した分級が生じることによって多様な河床環境が形成されている。河床材料の粒度分布を鉛直方向に見ていくと、一般的には表層が粗粒化しているのに対し、表層直下に細かい材料が多く含まれ、大きな出水時に運ばれた広い粒度分布の土砂が堆積している。これらの様々な分級現象によって、河床環境の時空間分布が多様になっている。また、水深に対して相対的に大きい粗度要素とみなされる石礫からなる河床近傍には、平均的には減速されているが流れが 3 次元的で不均質な流れ場(粗度層, Roughness layer)が形成され、底生生物のみならず遊泳性魚類にも生息場を提供している。著者らは、石礫床河川の河床環境に依拠した生息場を直接的に評価することができるモデルの開発を目標に研究を進めており、河床の状態に応じて変化する Roughness layer を含む流れ場の特性や、その簡易な記述方法、これらに応用した魚類遊泳空間の評価手法 7)等を提案してきた。これらは、主に鉛直 2 次元的な場に着目した議論であり、実際の河川における生息場評価に適用するには未だ課題も多い。

原田・萱場は、石礫床河川の河床環境の構成要素を土砂水理学的観点と河川生態学的観点から検討し、実用的には、リーチスケール以上の物理場の解析が可能な河床変動解析モデルによって、マイクロスケールの河床環境を構成する物理環境要素が表現され、生息場評価に必要な指標が直接的に得られる解析手法の必要性を示した。洪水による河床変動を扱った過去の数値計算モデルにおいても、河床環境の構成要素である、河床材料粒度分布、空隙率、流水抵抗等はモデル内に表現され、主に洪水による河床変動現象の表現に成果をあげてきたが、計算上の便利のために、本来粒度分布等によって変化する空隙率を一定値として扱ったり、流水抵抗を Manning の粗度係数の一定値として扱われるなどされてきた。しかしながら、水生生物の生息場を記述する観点からは、粒度分布と河床の空隙率の分布は時空間的な多様性を有するものとして表現されるべきであり、流速－水深の関係を与える流水抵抗則は、平水時から出水時までの広い流況において適切に評価されるべきであろう。とくに、石礫径に対して相対水深が小さい場では、流水抵抗が大幅に急激に増加することは古くから知られており、洪水時の流況に合った粗度係数を用いた平水時の計算、相対水深が小さい水際部の計算では、流水抵抗が過小評価され、流速が過大評価されている可能性が高い。

本研究では、一般的な平面二次元河床変動計算モデルの一つである iRIC Nays2D ソルバーに、表層河床材料の粒度と幅広い相対水深に応じて流水抵抗を評価しうることが近年確認された Hey 式及び Sulaiman et al. の河床空隙率

の評価モデルを実装することにより、相対水深が小さい場においても流水抵抗が適切に評価され、河床材料の粒度分布、流水抵抗、空隙率の3要素を一体的に解析可能なモデルを構築した。蛇行水路における代表的な移動床実験の再現計算を行い、河床形状、平面流況、表層平均粒径等について検証を行った結果、流水抵抗評価手法の変更によって、特に分級現象の予測性能が改善されることを確認した。Hey式の導入により、表層河床材料粒径と相対水深に調和した流水抵抗及びその反作用としての河床面せん断力分布が得られるようになったことが、この主な要因であると考えられた。

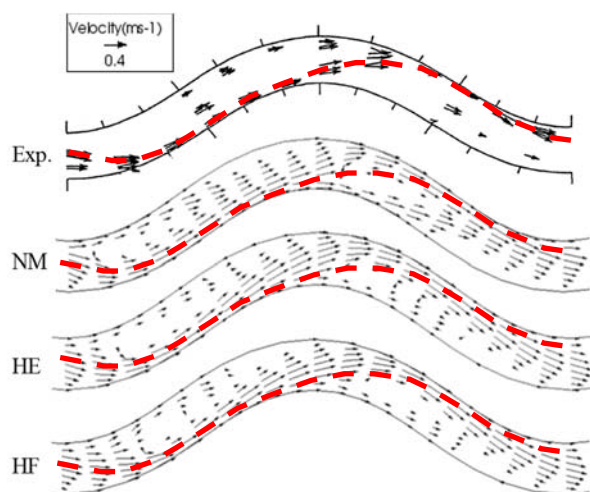


図-1 平面流況の再現性

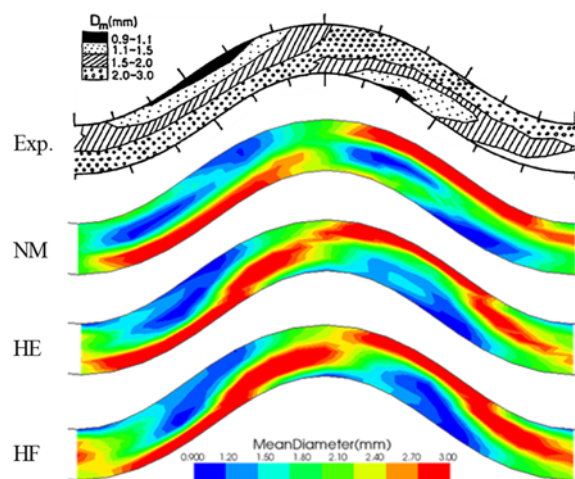


図-2 表層河床材料の平均粒径の再現性

3. 自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂再堆積～揖斐川と長良川の相違点とその要因～

河道の洪水流下能力の向上のため、多くの河川で河積確保のための河道掘削が実施されており、自然堤防帯（セグメント 2）河道においては低水路に沿った高水敷の掘削により対応されている例が多い。高水敷掘削によって河道内にかつての氾濫原的な環境を創出しようとする試みもなされてきており、土砂の再堆積に伴って形成される微地形や水域が、イシガイ科淡水二枚貝など、氾濫原的な環境に依拠する生物の生息場の形成に寄与していることも報告されている。しかしながら、掘削後の短期間に土砂が再堆積したり、植物が繁茂したりすることによって、掘削の効果が次第に低下する事例が各地で報告されており、高水敷掘削による治水面での効果、氾濫原的環境の創出という意味での環境面での効果は永続的なものではないことを前提に河川管理を行っていく必要があると考えられる。高水敷掘削後の土砂再堆積のプロセスには、河川植生が細粒土砂を捕捉する効果が深く関与していることが理解されてきているものの、高水敷掘削後のレスポンスに水系・河川によって違いが生じる要因については、未だ解明されていない点も多く残されている。

本研究では、自然堤防帯区間における高水敷掘削が実施された木曾川水系揖斐川及び長良川を対象に、2 河川における掘削後の土砂再堆積状況を現地調査等により把握した。また、簡易な浮遊砂モデルを構築して、両河川において堆積しうる浮遊砂の粒度等について検討した。

現地調査の結果、揖斐川掘削地ではウォッシュロードの堆積が継続していることが観測されたのに対して、長良川掘削地では細粒土砂の堆積は確認されなかった。時間頻度を考慮した土砂堆積ポテンシャルは、頻度が低い大出水よりも、数 m 程度の水位上昇時のほうが、土砂の堆積に寄与する割合が大きいことを示した。また、土砂堆積ポテンシャルを積分することによって得た粒度分布は、揖斐川掘削地における堆積土砂の粒度分布の傾向とよく一致したが、長良川掘削地の状況とは一致しなかった。

高水敷掘削後の土砂再堆積に 2 河川間の違いを生じさせる要因として、山地での生産土砂の質と量、土砂生産域からセグメント 1 を通過してセグメント 2 に至る土砂の輸送経路等が影響していることが示唆された。特に、2 河川で出水時のウォッシュロード濃度に違いがあることが過去の資料から強く示唆されている。



図-3 2017年出水期後の揖斐川調査地の状況（左：景観，中：空撮写真及び定点位置，右：No.5 堆積土砂）

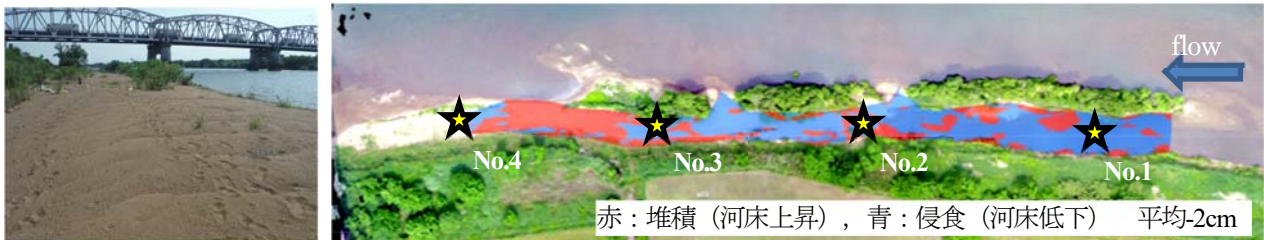


図-4 2017年出水期後の長良川調査地の状況（左：景観，右：空撮写真，定点位置及び河床変動傾向）

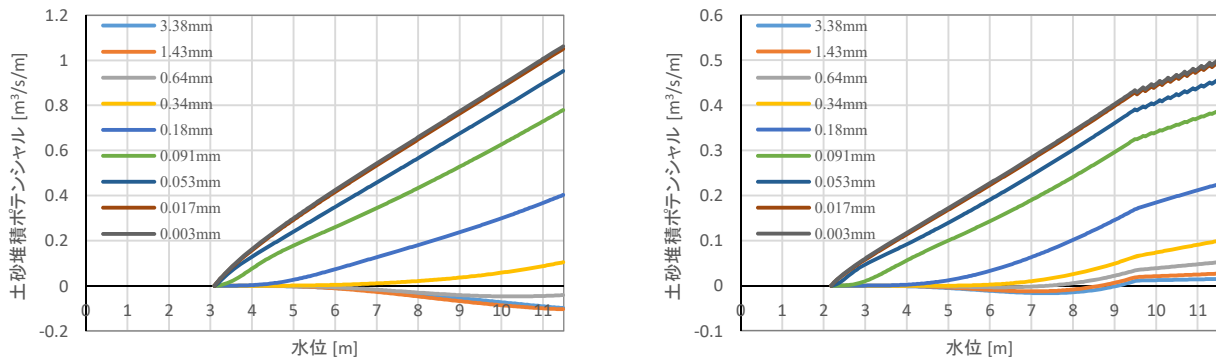


図-5 土砂堆積ポテンシャル（左：揖斐川調査地，右：長良川調査地）

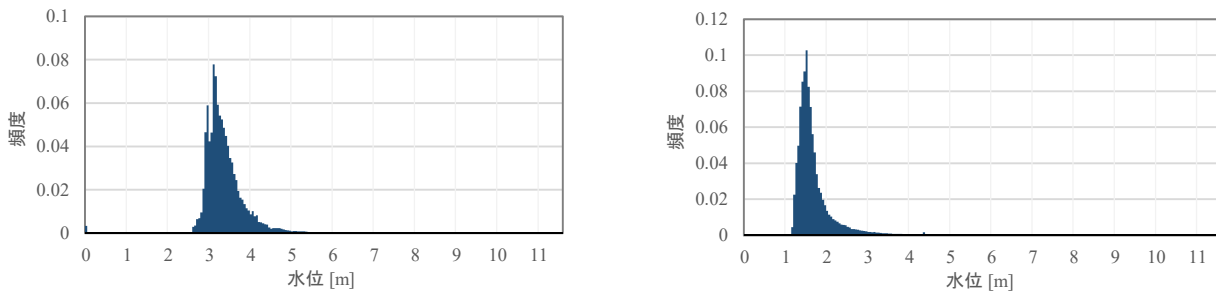


図-6 水位時間頻度分布（左：揖斐川調査地，右：長良川調査地）

4. 気候モデル力学ダウンスケール実験における地形モデルの選択が洪水流出解析に及ぼす影響

気候変動に伴う極端気象現象の増加は、社会構造の変化ともあいまって、社会の持続的な発展に対するリスク要因として認識されている。地域によって異なる温暖化影響の度合いを評価するために、各種の気候シナリオを入力条件とした水文流出解析により、各流域における洪水・渇水の規模・頻度を評価した結果例えばも報告されつつあり、近年実施されている日本周辺地域を対象とした複数モデルの大規模アンサンブル計算によって、発生頻度が低い極端現象の定量的・確率論的な評価も可能となりつつある。

原田らは、木曽川水系長良川流域を対象に、d4PDF 領域気候モデル（水平解像度 20km）の大規模アンサンブルから抽出した年最大降水イベントを用いた洪水流出解析を実施して、解析結果が過去の年最大洪水流量観測値の分布を良く表現することを示すとともに、T 年超過確率洪水ピーク流量等の河川技術者にとって理解しやすい表現で温

暖化影響を評価する手法を提示した。一方、星野・山田は、d4PDF 領域気候モデルが示す年最大流域平均降水量を全国 109 水系について分析し、地域によって観測値に対する乖離の度合いが異なることを示した。

長良川流域における洪水流出解析の結果が観測値と良く一致したのは、東海地方に位置する長良川流域に豪雨をもたらす気象イベントが、台風や前線などといった、比較的広域に及ぶ気象場によるものであったこと、解析対象とした流域面積が約 1,700km² と広がったことなどがその要因と考えられる。しかしながら、水平解像度 20km の領域気候モデルでは、流域の地形、とりわけ山地の地形に起因する地形性降水現象を十分には表現できておらず、より流域面積が狭い中小河川における水防災の議論をするためには、より空間解像度が高く、流域の地形を表現する気候モデルによる力学ダウンスケーリング（以下、DS と略記）の適用が有効であると考えられる。また、力学 DS の結果、星野・山田が示したように地域によるバイアスが改善される可能性もある。

そこで本研究では、水平解像度 20km の領域気候モデルからさらなる力学 DS を行う際に、地形モデルの選択が、降水の空間分布や豪雨による洪水流出に与える影響を検討するため、気象庁 55 年長期再解析（JRA-55）に水平格子間隔 20 km, 5 km の 2 段階のネスティングを行なった。また、5km 実験においては地形モデルに、数値標高モデルのグリッド平均値を用いた Grid Mean モデルと、Envelope Mountain によるモデルを用いた実験を行った。実験結果に基づき、気候モデルの空間解像度と地形モデル選択が、中部地域における降水量の分布傾向及び長良川流域における洪水流出解析結果に与える影響について検討した。

山地地形がより強調される Envelope Mountain モデルでは、平野から山地に移行するエリアに多くの降水が集中し、内陸部での降水量が減少する傾向がみられた。長良川流域においては降水イベントの降水量がやや過大評価傾向となり、洪水ピーク流量では、過大評価傾向がより強調された。これらの結果より、水平解像度 5km 程度の力学ダウンスケーリング実験における地形モデルの選択は、流域内の降水の空間分布に影響を与え、洪水流出解析ではその差がより強調されることを示した。

本研究では降水と洪水流出のみに着目して比較を行ったが、一般論として Grid mean モデルと Envelope Mountain モデルには、実験目的によって一長一短があると考えられ、一概にどちらのモデルが優れているとはいえない。また、より高解像度なダウンスケーリングでは、両モデルの差は縮小することも予想される。

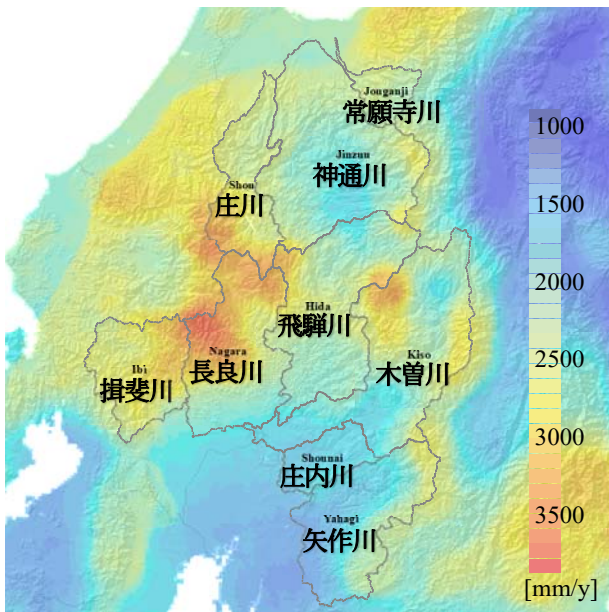


図-7 年降水量（メッシュ平均値）と河川流域

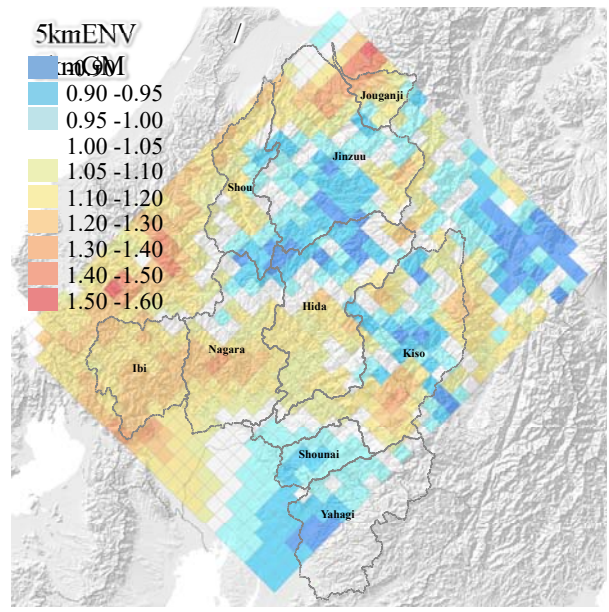


図-8 平均年降水量の比（5kmENV 実験/5kmGM 実験）

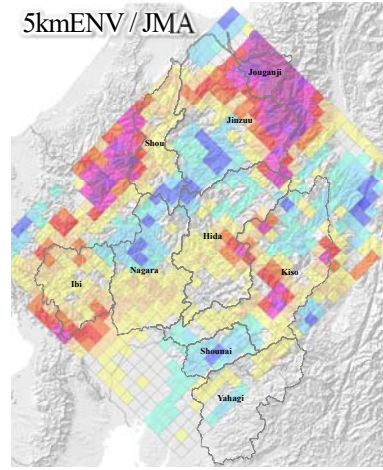
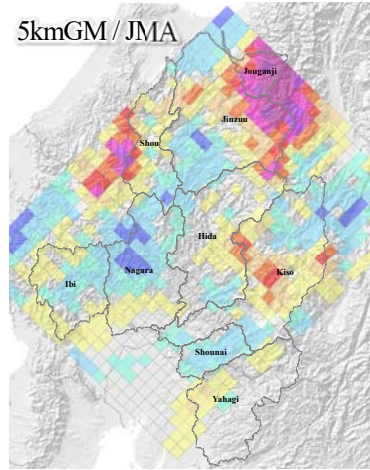
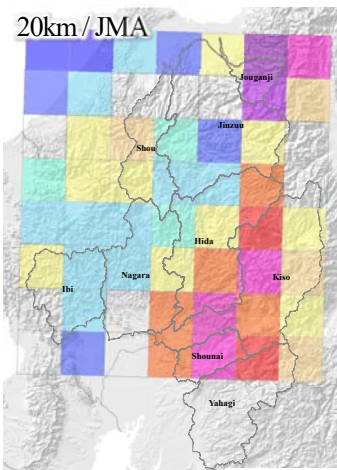


図-9 平均年降水量の比（JRA カ学 DS 実験/JMA メッシュ平均値）

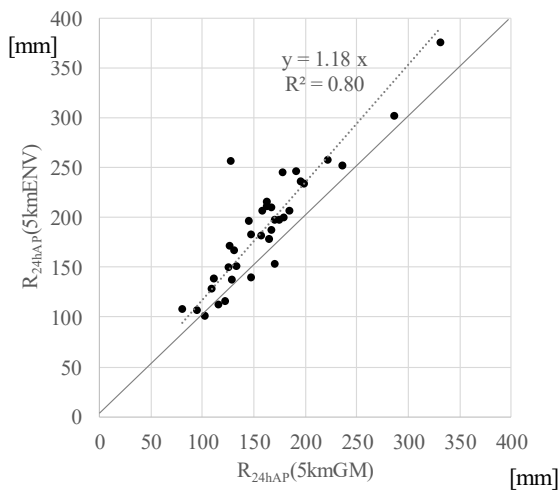


図-10 長良川流域 年最大24時間雨量
（5kmENV 実験/5kmGM 実験）

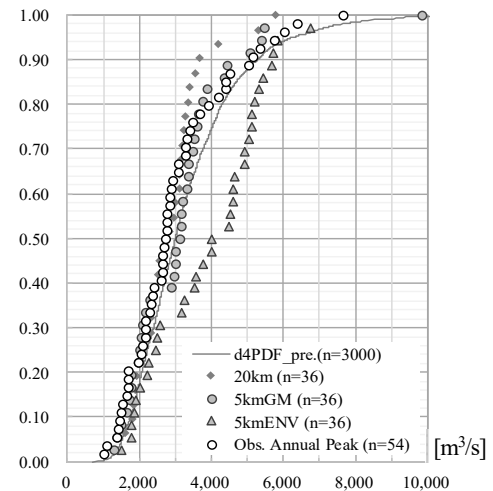


図-11 年最大降水イベント流出解析結果の
ピーク流量累積分布

研究テーマ：薬剤耐性遺伝子の浄水処理および下水汚泥処理での挙動に関する研究

所 属：水系安全研究部門 水質安全研究分野 教授

氏 名：李 富生

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

研究協力者：SHAO Huijue・CUI Guangyu・LI Wenjiao・岩間 紀知・Sarkar Kanika・Zaw Min Han・LI Shuailei・Faisal Arsyad・丸山 宏樹（大学院学生）・尾石 陽花・藤 大輔（学部学生）

平成30年度における主な研究活動は以下の通りである。

1. 生物活性炭浄水処理プロセスにおける薬剤耐性遺伝子の出現と *16S rDNA* との関係

薬剤耐性菌の出現と蔓延が世界的な問題として注目されている。一方、安全・安心な水道水の供給のために、高度な浄水処理の実現に生物活性炭処理を導入する水道事業者が増えている。このプロセスは活性炭本来の物理化学的吸着機能以外に、活性炭表面に形成される微生物による分解をも期待できるが、生物膜の形成状況や熟成状況、又は充填層の流下方向における溶存酸素の濃度低下に伴って、微生物の漏出や特殊微生物種の増殖による水質の悪化を招くことが考えられる。特に、様々な経路で拡散伝播すると報告されている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、どのように拡散伝播するかを明らかにし、その出現と拡散の抑制に有効な処理システム全体の操作運転条件を提案することが高度浄水処理の水質安全を確保する上で重要である。本研究では、河川水を長期通水した生物活性炭カラムを解体し、生物膜内における薬剤耐性遺伝子の有無を確認するとともに、一般細菌（*16S rDNA*）との関係を調べた。

長期通水した生物活性炭カラムは性状が異なる5種類の活性炭（F400、F600、GL830、CW130、GM830）をそれぞれ充填し、長良川の河川水を約550日間空塔接触時間20分の条件で連続通水したものである。通水を打ち切った後に、活性炭を鉛直方向に攪乱させないように上、中、下の3層に分割し、それぞれ分割し得た活性炭に純水を一定量加えてから攪拌し、活性炭に付着した生物膜を剥離した。剥離した生物膜からDNAを抽出し、薬剤耐性遺伝子と一般細菌（*16S rDNA*）をそれぞれ選定したプライマーを用いてリアルタイムPCR法により定量した。薬剤耐性遺伝子は水環境に存在が確認されているテトロサイクリン系の *tet G*、*tet M*、*tet X*、スルホンアミド系の *sul I* を対象とした。併せて、薬剤耐性遺伝子の伝播に関わる遺伝子 *int I* も定量した。

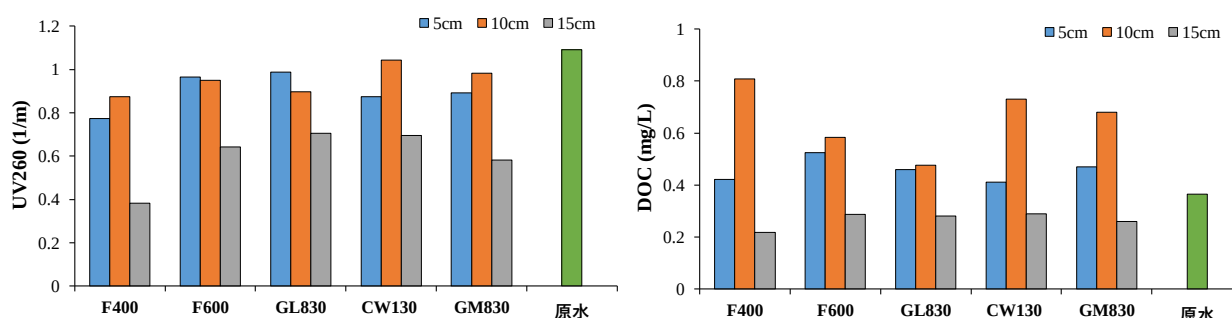


図1 通水実験終了直前の生物活性炭深さ方向における処理水中の有機物濃度(UV260とDOCの指標による)

通水実験終了直前の活性炭充填層深さ方向（表面から5cm、10cm、15cmの3つのレベル）における処理水中の有機物濃度を図1に示す。いずれの活性炭の場合も、原水中のUV260とDOCの値と比べると、深さ15cmのレベルでの処理水中のUV260とDOCの値が小さくなっていることから、処理能力を依然残していることが示された。

有機物の累積吸着量に大差を示しているF400とF600の使用前後における細孔容積の変化を図2に、活性炭充填層深さ方向における薬剤耐性遺伝子の相対量変化を図3に示す。図2よりF400はF600と比べてミクロ孔、メソ孔

を多く持っていること、有機物の吸着によってこの領域の細孔が減少していることが分かった。図3よりテトロサイクリン系の *tet G*, *tet M*, *tet X* の存在が確認され、かつ充填層深さ方向に対応してこれらの薬剤耐性遺伝子の相対量が増加する傾向にあることが示された。また、F600 は F400 に比べて *tet G* の相対濃度が高く、細菌群集構造の違いや細孔に吸着された有機物の違いがどこまで関わっているかを究明する必要があると考えられる。

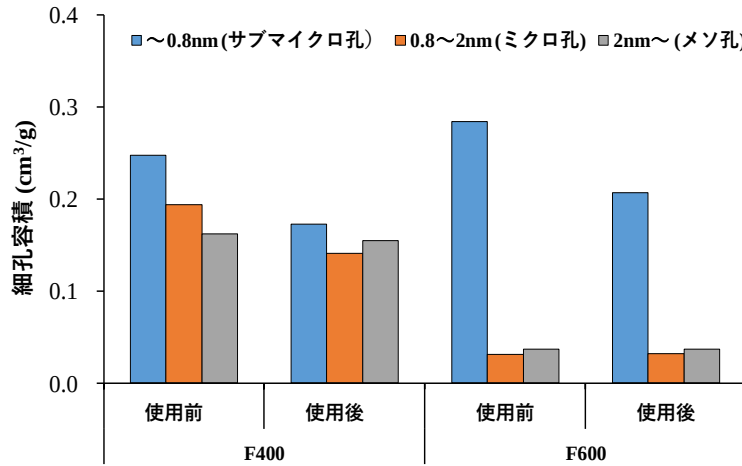


図2 使用前後(通水実験前後)における活性炭細孔容積の変化

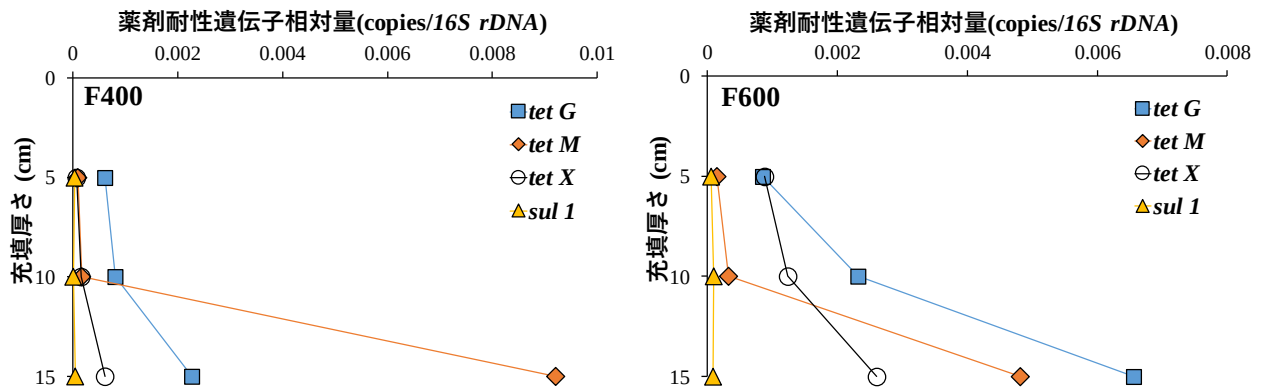


図3 活性炭充填層深さ方向における薬剤耐性遺伝子の相対量の分布

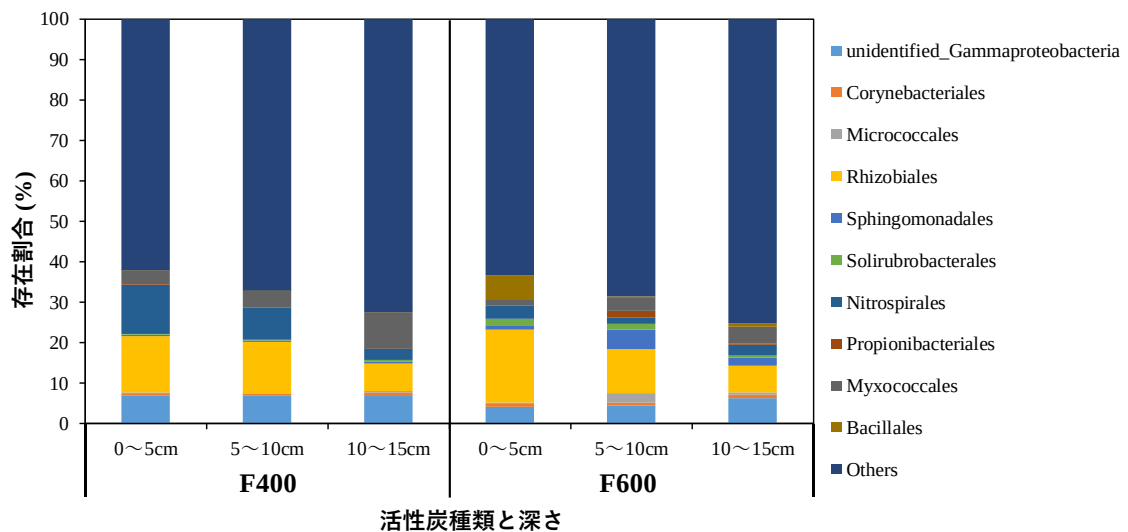


図4 次世代シーケンサーによる活性炭充填層深さ方向での微生物の同定結果

2. 余剰汚泥の好気および嫌気消化における薬剤耐性遺伝子の挙動

嫌気・好気の下処理方式を採用しているある都市下水処理場から返送汚泥を採取し、汚泥濃度を固形物濃度として 3.0, 4.6, 7.2 g/L とした条件下における汚泥の好気と嫌気消化の実験を行った。図5に脱水素酵素による微生物の活性の変化を、図6に固形物濃度 7.2 g/L の場合における薬剤耐性遺伝子の濃度の変化をそれぞれ示す。

微生物の活性について、図5に示されているように、好気消化の場合には最初の2日間で顕著に低下し、以降は狭い範囲内で変動しているのに対し、嫌気消化の場合には最初の6日以内では増加し、以降は徐々に低下した。薬剤耐性遺伝子の濃度については、図6に示されているように、好気消化の場合、実験開始6日目に最小値を示し、以降一旦増加したが減少傾向に転じた。4種類の耐性遺伝子の中、*qnr S*の低下が最も顕著であった（ 8.28×10^3 copies/L から 8.24×10^2 copies/L まで）。嫌気消化の場合、実験開始38日までは大きな濃度の増減は認められないものの、終了時の46日目には著しく増加した。この傾向は16S rDNAで示す全細菌の濃度変化傾向と類似している。

消化開始前 (Day 0)、消化開始2日目 (Day 2) および30日目 (Day 30) の汚泥中の細菌に対する走査型電子顕微鏡による観察結果を図7に、生菌と死菌に対する蛍光顕微鏡による観察結果を図8に示す。図7より、消化の進行に伴って、好気の場合には細菌の自己分解が進み、30日目には形完全な細菌が殆ど存在しなくなったのに対し、嫌気の場合には酸生成菌、メタン生成菌の出現や優先種の増減、基質状況の変化などにより形完全な細菌が依然多く存在していることが明らかである。生菌と死菌の観察結果については、図8から分かるように、好気消化の場合に比べて、嫌気消化の場合の方で生菌が多く存在している。

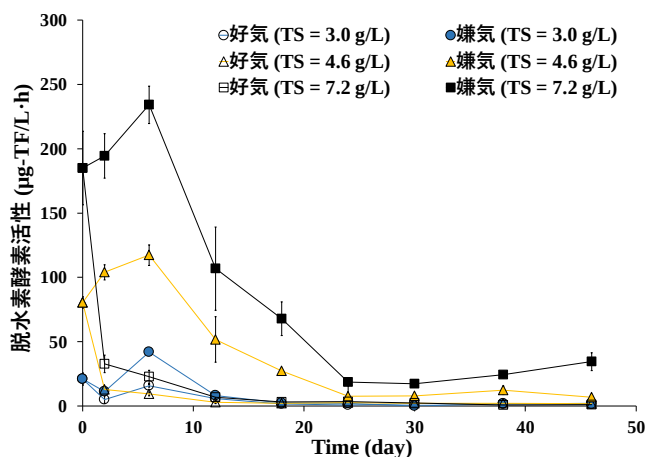


図5 余剰汚泥の好気及び嫌気消化における微生物活性の変化

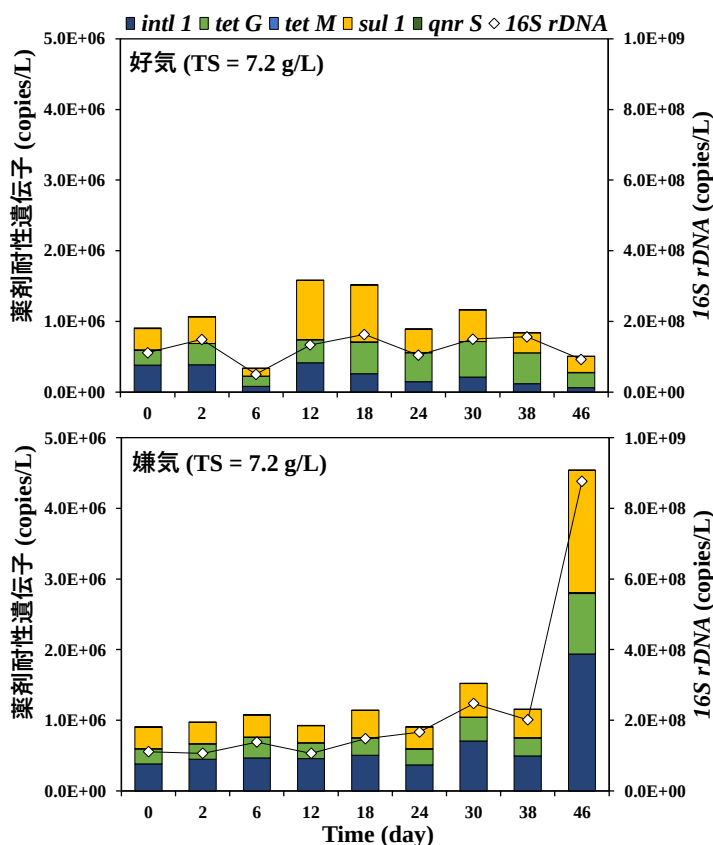


図6 余剰汚泥の好気および嫌気消化における薬剤耐性遺伝子 ARGs, インテグラーゼ遺伝子 *intI 1*, 全細菌 16S rDNA の挙動

その他の研究課題

- ・藻類と細菌に由来する有機物の吸着除去性および膜閉塞の診断と評価

- ・膜ろ過高度浄水処理システムの構築
- ・活性炭による水中有機物の吸着除去性の評価手法
- ・生物活性炭浄水処理施設から漏出する微生物の評価と制御
- ・塩素消毒副次生成物の定量分析手法
- ・活性汚泥下水処理プロセスにおける藻類の増殖とそれによる曝気送風量の低減効果
- ・生ごみのミミズコンポスト化処理における下水汚泥の添加効果
- ・下水汚泥のミミズコンポスト化処理における病原指標微生物と抗生物質耐性遺伝子の消長
- ・重金属汚染水域および汚染農地の修復技術

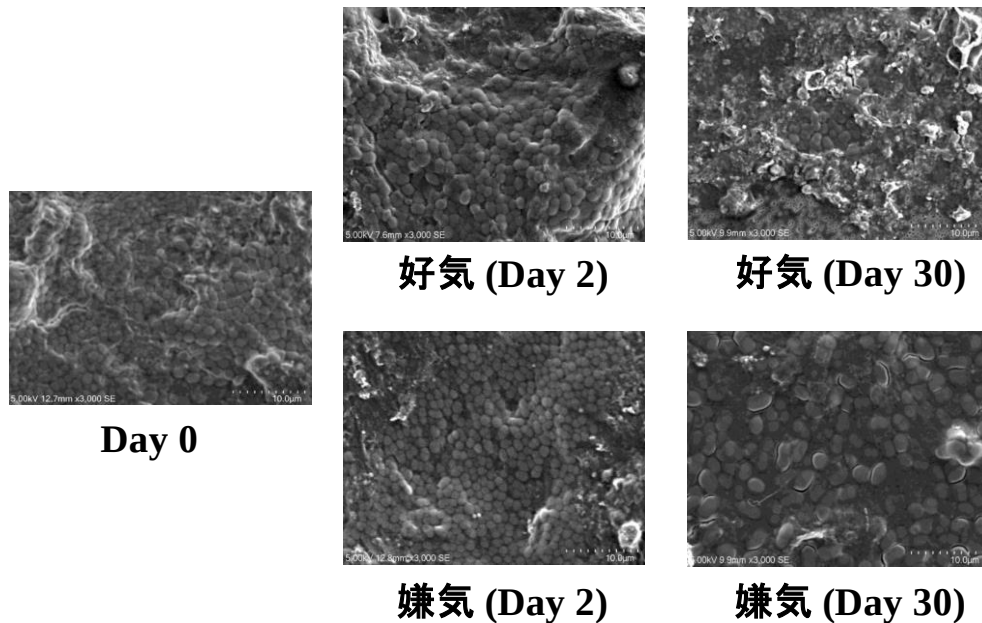


図7 走査型電子顕微鏡による余剰汚泥の好気および嫌気消化の進行に伴う細菌の形状変化の観察結果(×3000)

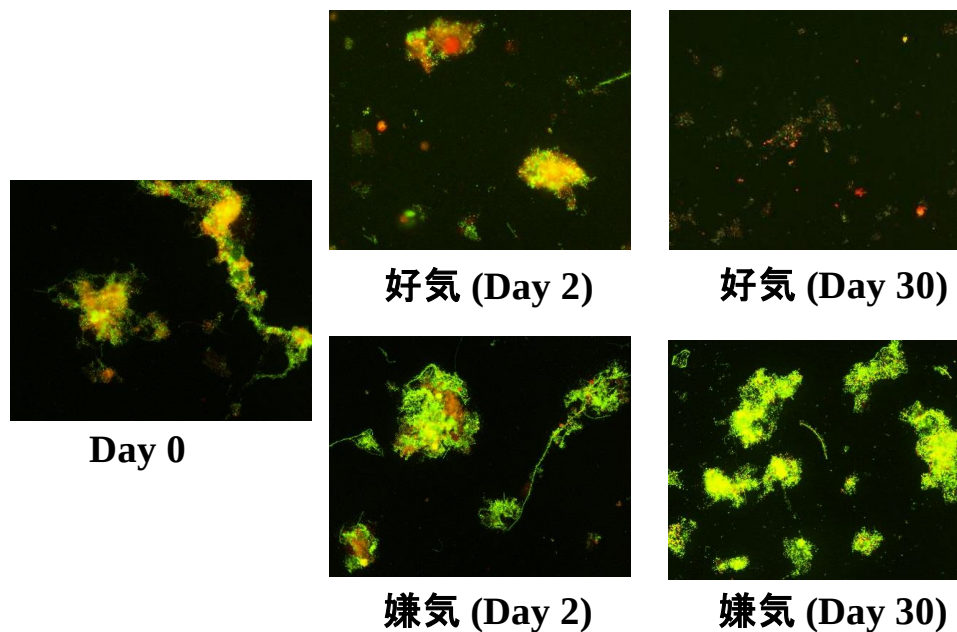


図8 蛍光顕微鏡による余剰汚泥の好気および嫌気消化の進行に伴う生菌(緑)と死菌(赤)の濃度変化の観察結果

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）・村越ふみ（京都府立医科大学 助教）

研究協力者：李 富生（水質安全研究部門 教授）・本山 亜友里・佐藤 拓未・Aldilla Afiani Alda・林知佳（大学院学生）・足立 響・Liyana Syahira（学部学生）

平成30年度の主な研究活動として、微生物燃料電池に関する、以下の2つの研究活動成果について報告する。

微生物燃料電池とは、電子生産微生物(有機物を分解する際に電子を放出する能力を持つ微生物)を利用して、廃水中の有機物を除去すると同時に電気エネルギーを回収する、次世代型の廃水処理技術である。微生物燃料電池にはさまざまなタイプがあるが、とりわけエアカソードを用いる1槽型のタイプは、運転に際して曝気を必要としないこと、余剰汚泥の発生量が少ないこと、さらに廃水中の有機物から電気エネルギーを取り出せることから、低炭素社会におけるクリーンな廃水処理を担う技術として実用化が期待されている。

1. 同じ廃水を処理したときの活性汚泥法と微生物燃料電池の有機物除去能力の比較

背景と目的

活性汚泥法は有機物の除去率が高く、さらに除去速度も高いため現在の主要な廃水処理法として利用されているが、反応槽への曝気と余剰汚泥の処理に大量のエネルギーが必要である。これに対して、微生物燃料電池は、有機物除去と同時に発電が可能となる上に、余剰汚泥（に相当する微生物）の発生が少なく、曝気も不要となるため、活性汚泥法の代替技術となりうる廃水処理技術として期待されている。

従来の廃水処理技術の代替候補として、微生物燃料電池がどの程度の有機物除去能力を持つかを把握することは重要である。これまでの研究でも微生物燃料電池を用いて実廃水や人工基質の処理が行われ、発電能力や有機物除去能力が評価されてきた。しかし、同じ廃水を処理したときの活性汚泥法と微生物燃料電池の比較をした知見は存在していない。そこで本研究では、同じ廃水を処理したときの活性汚泥法と微生物燃料電池の有機物の除去率・除去速度の違いを明らかにすることを目的とした。

実験方法

(1) 活性汚泥リアクター

本研究で運転した標準活性汚泥法の活性汚泥リアクターの概要を図1に示す。反応槽は4つの槽が連なった構造をしており、総容積は15Lであった。全ての槽で攪拌と曝気を行い、汚泥の引抜きは4槽から行った。汚泥滞留時間(SRT)は10日、汚泥返送比は0.25とした。沈殿槽の容積は1.85Lとした。種汚泥には岐阜市の下水処理場の返送汚泥を用いた。

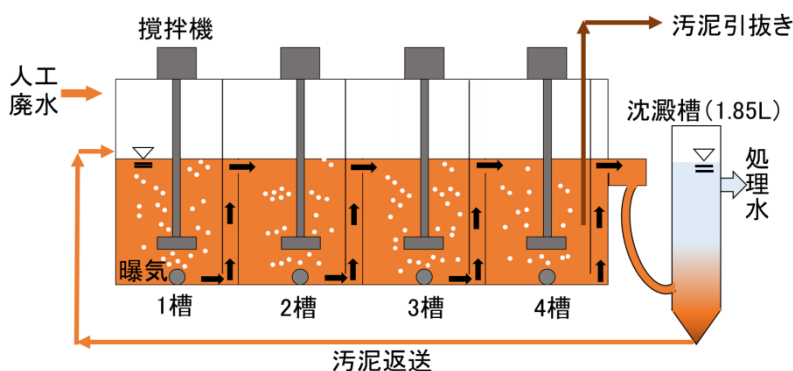


図1 活性汚泥リアクター

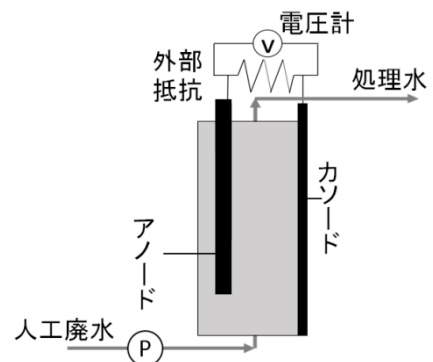


図2 微生物燃料電池

(2) 微生物燃料電池

本研究で運転した一槽型微生物燃料電池を図 2 に示す。使用した微生物燃料電池は酢酸を基質とするリン酸ベースの人工廃水で既に馴致が完了しており、良好な発電を示していたものを使用した。装置の容積は 0.1L、外部抵抗の大きさは 10Ω とした。運転開始～44 日、73～87 日においては、人工廃水は装置の底から流入させて上部から流出させた（上向流）が、45～72 日目においては上部から流入させて底から流出させた（下向流）。

(3) 人工廃水の組成および共通の運転条件

上記の活性汚泥リアクターおよび微生物燃料電池で、人工廃水（酢酸ナトリウム・プロピオン酸・ペプトン・酵母エキス・リン酸水素二ナトリウム・硫酸マグネシウム七水和物・塩化カリウム・塩化カルシウム二水和物を含む、pH : 6.8、Dissolved Organic Carbon [DOC] : 110mg/L）を処理する運転（連続式）を行った。水理学的滞留時間(HRT)は 8 時間とし、運転中の室温は 20～25℃であった。

(4) 性能評価

活性汚泥リアクターと微生物燃料電池の処理水中の DOC を測定し、DOC 除去率、および単位容積あたりの DOC 除去速度を求めた。

また、活性汚泥リアクターについては活性汚泥浮遊物質(MLSS)をモニタリングし、微生物燃料電池は、外部抵抗両端の電圧をモニタリングした。電圧の値を外部抵抗の値で除することにより電流を算出し、COD の結果と併せて下記の式によりクーロン効率（除去された有機物のうち、どの程度が発電に使われたかの割合を表す）を求めた。

$$\text{クーロン効率(\%)} = 8It/XF \times 100$$

I : 電流(A)、t : 電流が流れた時間(秒)、X : 除去 COD(g)、F : ファラデー定数である。

ただし、COD は DOC から推定して算出した。

実験結果

活性汚泥リアクターの運転結果を図 3 に示す。槽内の MLSS は運転開始～15 日目までは減少したが、最終的に 2500～1800mg/L 程度で安定した。処理水の DOC 濃度は運転期間を通して安定しており、3.8～10mg/L であった。DOC 除去率は 90～97%となり、最大除去率 97%、最大除去速度 320mg/L・day であった。

また、微生物燃料電池の運転結果を図 4 に示す。電流は運転開始（人工廃水入れ替え）直後に急激に減少し、3～4mA 程度で約 40 日間変動を続けた。運転 40 日目に急上昇し、最大で 10mA になったが、廃水の流入を下向流に変更したところ 5mA 程度に減少した。そこで 80 日目以降に再び上向流にしたところ電流は増加し、8.8～11mA で安定した。80 日目以降のクーロン効率は約 70～90%であり、良好な発電を行っていると考えられた。そこで 80 日目以降の処理水の DOC 濃度を測定したところ、26～40mg/L で安定しており、除去率は 63～76%であった。最大除去率 76%で、最大除去速度 250mg/L・day であった。これらの結果より、微生物燃料電池は、活性汚泥法の約 65%～85%程度の有機物除去能力があることが確認できた。

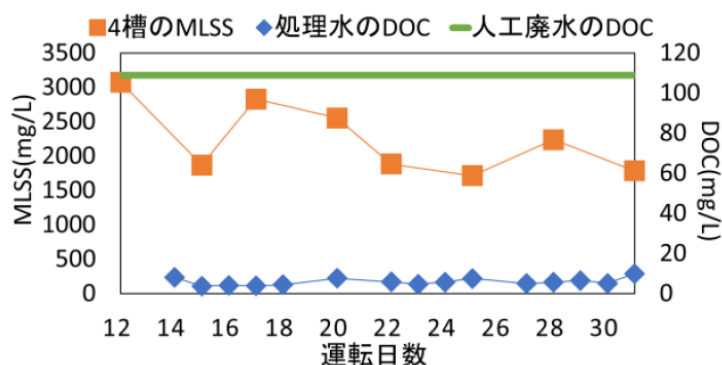


図3 活性汚泥リアクターの運転結果
(12日目～31日目)

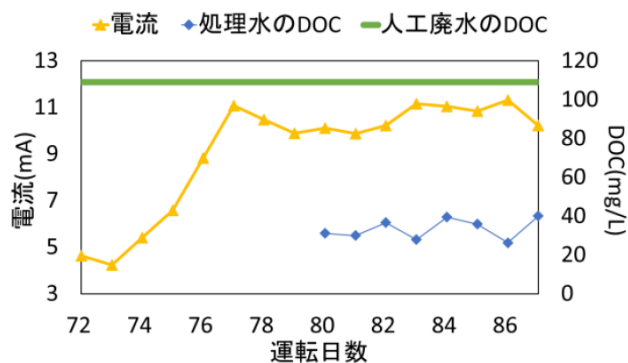


図4 微生物燃料電池の運転結果
(72日目～87日目)

2. 微生物燃料電池における白金代替触媒を用いたカソードの性能向上の試み

研究背景と目的

MFCのカソードで用いる触媒には酸素還元反応を促進する役割がある。これまで、性能が高いことから主に白金が触媒に用いられてきたが、高価かつ資源量が少ないため、MFCの実用化に際して用いるのは現実的ではない。そのため、安価な触媒を用いた性能の高いカソードが求められている。

これまでMFCのカソードは主にBrushing法と呼ばれる手法で作成されてきた。このBrushing法を用いて、安価な触媒で高い性能を見出すための研究が数多くされてきたが、白金を用いたカソードの性能に匹敵するものは開発できなかった。しかし、近年Pressing法と呼ばれる新たな手法が開発され、Dongら[1]によると活性炭触媒を用いてこの手法で作成したカソードが白金を用いてBrushing法で作成したカソードより高い性能を示したという。活性炭触媒は白金に比べると性能は低い非常に安価な触媒である。これはPressing法の特性が、Brushing法に比べてMFCのカソードとして適していたため、活性炭触媒を用いたカソードでも高い性能を示したのだと考えられる。

一方、本研究グループでは、昨年度までの研究で、ランタニストロンチウム鉄酸化物($\text{LaSr}_3\text{Fe}_3\text{O}_{10}$, LSF0)を触媒としたカソードの開発を行っていた。その結果、Brushing法で作成したカソードにおいて、LSF0は活性炭触媒より高い性能を示すことを確認できていた。そこで、筆者らは、活性炭触媒より性能の高い非白金触媒を用いてPressing法でカソードを作成すれば、さらに性能を向上できる可能性があると考えた。

以上を背景として、本研究では、活性炭触媒の代わりにLSF0を用いてPressing法でカソードを作成することで、現行で発表されているカソードよりもさらに高い性能を示すカソードを作成することを試みた。

実験方法

(1) Pressing法によるカソードの作成と性能評価

LSF0粉末とカーボンブラック粉末(カーボ ECP, ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ株式会社)を混合しすりつぶし、その混合粉末にイソプロパノールと60% PTFE分散液を添加し攪拌した。攪拌を続けるとペースト状になり、さらに攪拌を続けると粘土のような性状になるため混練した。その後、その塊をステンレスメッシュ(集電体)にプレス機で圧着させ乾燥させることでカソードを作成した。このカソードはステンレスメッシュと触媒・カーボンブラック・PTFEの混合物をプレスした層(触媒層)のみで形成した。LSF0は $27\text{mg}/\text{cm}^2$ (触媒層の接液面積 1cm^2 当たりの量)使用し、構成材料の重量比はLSF0:カーボンブラック:PTFE=10:10:1である。

カソードの性能はポテンシオスタットを用いてリニアスイープボルタンメトリー(LSV)で測定し、カソードを作用極、アノードを対極、Ag/AgCl電極を参照極とし、電解液としてpH6.8、100mMのリン酸バッファを用いた。掃引速度 $1\text{mV}/\text{sec}$ で自然電位 $\sim -0.2\text{V}$ vs. Ag/AgClの範囲で掃引し電流を測定した。また、LSV測定後のカソードは性能が維持されているのかを確認するため、LSV測定後にさらにLSV測定を2回行った。3回のLSV測定を行ったカソードをさらに、MFCに組み込んだ際に想定される電位(240mV vs. Ag/AgCl)に固定して電流の経時変化を測定した。

(2) Brushing法によるカソードの作成と性能評価

Pressing法で作成したカソードとの比較のためにLSF0を用いてBrushing法でもカソードを作成した。LSF0粉末とカーボンブラック粉末をすりつぶし、そこに5% Nafion分散液を添加し超音波洗浄機で攪拌した。その後、片面にPTFEで防水加工を施した炭素繊維紙にそれらを塗布してカソードを作成し、LSV測定を行った。LSF0は $6\text{mg}/\text{cm}^2$ 使用し、重量比はLSF0:カーボンブラック:Nafion=150:17:0.01であり、このカソードはカーボンブラックの混合比と触媒量を検討し、最も高い性能を示したものであった。

実験結果

本検討で作成したLSF0を用いてBrushing法とPressing法のカソードのLSV測定の結果と、現行で発表されている非白金触媒を用いたカソードとしてYangら[2]の活性炭触媒を用いたPressing法のカソードのLSVの結果を示す(図5)。この図は、同一電位のときの電流密度の絶対値が大きいほどカソードの性能が高いことを意味する。LSF0を用いたカソードはBrushing法に比べてPressing法の方が大幅に高い性能を示した。また、Yangらの活性炭触媒

を用いたカソードよりも高い性能を示した。しかし、このカソードの LSV 測定を 3 回繰り返した結果(図 6)、LSV 測定のために性能が大きく低下した。これは、LSV 測定で低い電位になった時に酸化物触媒である LSF0 自身が還元されたためだと考えた。しかし、LSF0 に劣化が生じるとしても、MFC の動作電位で劣化しなければ問題ない。そこで、MFC のおよその電位にカソード電位を固定して電流の経時的変化を調べた。その結果、約 10 時間で電流密度が約 1/10 程度に低下した。そのため、LSF0 を用いて Pressing 法で作成したカソードを MFC で長期に利用することは難しいと考えられた。

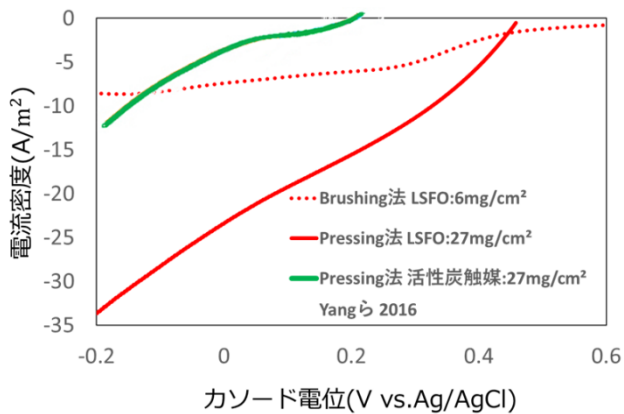


図5 LSF0 を用いたカソードの LSV の結果

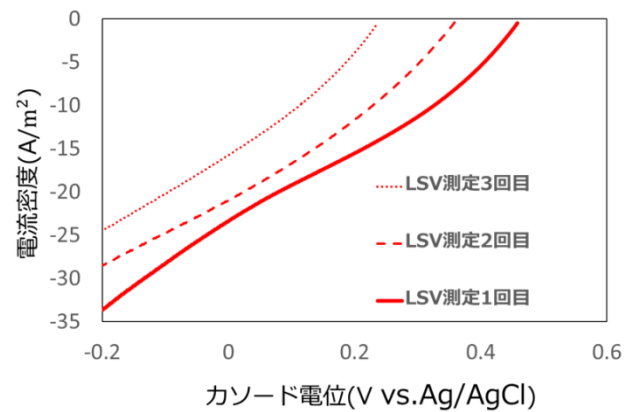


図6 LSV の繰り返しによる性能の変化

参考文献

- [1] H. Dong et al., Water Research, 2012, pp. 5777-5787.
- [2] W. Yang and B. E. Logan, ChemsusChem, 2016, pp. 2226-2232.

研究テーマ： 航空レーザ計測の高さ情報を用いた森林解析**所 属： 流域情報研究部門 環境資源解析研究分野 教授****氏 名： 粟屋 善雄****研究協力者： 鈴木 浩二・平塚 肇（高山試験地）・荒木一穂（学部学生）・川口晋平（岐阜県）・日置 欽昭（郡上市）**

環境資源解析研究分野ではフィールドでの調査研究とリモートセンシングと地理情報システム（GIS）を用いて、流域を構成する自然資源の実態とその変化を解析している。リモートセンシングでは広域を同時に観測したデータを解析して森林情報を一括して更新できる。航空レーザ計測（LiDAR）データは樹冠の高さと形状を正確に記録することから高精度の森林解析が可能である。このため LiDAR データは多様な森林解析に利用され始めた。

1. 常緑針葉樹林の材積分布推定の汎用化の検討

これまで LiDAR データを用いた材積推定では、プロット調査調査資料に基づいて調整した材積推定モデルを LiDAR データに適用したため、広域での汎用性については未確認だった。プロット調査にかかる労力が多大なため、省力化するには汎用性の高い材積推定モデルを作る必要がある。そこで岐阜県内の離れた3箇所の地域でのプロット調査データを利用して、材積推定モデルの汎用性と常緑針葉樹林をスギとヒノキに分割して推定した場合の効果を検証することを目的に研究を実施した。

研究対象地は岐阜県郡上市の長良川流域、高山市の生井川上流域、中津川市加子母の北西部とした。森林タイプ別に材積を推定するため、生井川上流域について2007年のQuickBirdデータを利用して解析した常緑林・落葉林の分類図をベースに、2011年9月27日のGeoEyeデータでスギとヒノキを分類して森林タイプ図を作成した。材積推定モデルの調整には以下のLiDARデータを利用した。郡上市は2013年（国交省越美砂防事務所）と2014年（岐阜県）に観測されたデータを、生井川は2011年（岐阜大学）、加子母は2014年（岐阜県）に観測されたデータを利用した。各データの観測仕様は異なるが、1mメッシュに編集した樹冠高データ（DCHM）を用いた。

郡上のプロット調査資料とDCHMを利用して、回帰分析により1変数の材積推定モデルを作成した。DCHMから樹冠高や樹冠率などのLiDARパラメータを計算して10mメッシュの画像データとして編集し、これと森林タイプ図と材積推定モデルを利用して生井川上流域の材積分布図を3種類作成した。これらの分布図を比較し、材積推定モデルの広域への適用の可能性と樹種毎に推定する利点について検討した。

1.1 材積推定モデルの検討

材積推定については比較のために高山のプロットデータで作成した式(1)と(2)を利用すると共に、郡上のプロットデータを用いて常緑針葉樹、スギ、ヒノキについて各3つの材積推定モデルを調整した。郡上、高山、加子母のプロットデータを利用して推定精度を検証した結果、材積推定には以下の式を利用した。

$$\text{落葉広葉樹林（高山）} \quad V = -53.6 + 16.3 \times H_{\text{half}} \quad (1)$$

$$\text{常緑針葉樹林（高山）} \quad V = -171.3 + 43.0 \times H_{\text{grd_avr}} \quad (2)$$

$$\text{常緑針葉樹林（郡上）} \quad V = -71.8 + 38.0 \times H_{\text{cnp_avr}} \quad (3)$$

$$\text{スギ林（郡上）} \quad V = -31.1 + 45.2 \times H_{\text{all_avr}} \quad (4)$$

$$\text{ヒノキ林（郡上）} \quad V = -29.7 + 30.0 \times H_{\text{cnp_avr}} \quad (5)$$

ここで、 H_{half} ：最大樹冠高の1/2、 $H_{\text{grd_avr}}$ ：0m以上のビームの平均高、 $H_{\text{cnp_avr}}$ ：樹冠部平均高、 $H_{\text{all_avr}}$ ：全ビームの平均高、である。

検証用プロットでの推定値の絶対誤差は表1の通りで、樹種を分割して材積を推定することにより、誤差が小

さくることが分かる。しかし、検証プロットのスギの平均材積は 800m^3 程度、ヒノキは 400m^3 程度であり、平均材積に対する誤差の平均値の比率はあまり変わらなかった。誤差の平均値は平均材積の 15% 弱なので、樹種別のモデルは実用の目安としている推定誤差 10% に近かった。

表 1 推定材積の絶対誤差

樹種	針葉樹	スギ	ヒノキ
推定式	(5)	(6)	(7)
サンプル数	83	34	50
最大値 ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	501.9	453.3	216.5
平均値 ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	116.7	109.7	58.2

常緑針葉樹のモデルの推定結果では郡上の高齢スギ林で立木密度の差が大きくて、回帰式が代表している平均的な林分構造から逸脱していたため推定誤差が大きくなった。疎林では過大推定で密林では過小推定になった。スギに比べるとヒノキ林分の立木密度には大きな違いがなく樹冠が揃っているようだった。郡上のプロットで調整したモデルだったが、スギとヒノキで林相の違いが多様なために、郡上での推定結果は芳しくなかった。

スギのモデルの検証結果では、加子母のスギ林で平均樹高が約 27m と約 26m の 2 つの林分で、立木密度が前者が約 700 本/ha に対して後者が約 1300 本/ha と立木の本数に倍近い差があるケースで、材積の地上測定値が約 850m^3 と約 1300m^3 と大きく違った。この 2 つの林分の推定材積は約 1000m^3 でほぼ同じだったことから、LiDAR では上層樹冠しか観測できていないため、高密度林分で樹冠が上下に入れ子になって下層木が上から見えないような条件では、立木密度の違いが材積推定に大きく影響することを示していた。

1.2 材積推分布図の検討

上記の式を組み合わせると高山市生井川上流部について 3 通りの材積分布図を作成した。図 1 a)、b)、c) を比べると材積は b) でやや大きいものの、分布パターンに大きな違いはなく、常緑針葉樹について高山と郡上の各々のプロットデータで調整された材積推定モデルに大差なかったことが伺えた。精度をどの様に担保するかが課題だが、線型一次式を利用しているため、誤差が著しく大きくなることはないと思われる。

図 1a) と図 1c) を比較すると、c) では推定材積が増加したエリアが散見され、スギでは 200m^3 以上増加した箇所が多かった。スギとヒノキを込みにした常緑針葉樹の推定モデル(2)では、高材積のスギ林で材積が過小推定されたが、材積式を樹種別に調整したことで推定誤差が小さくなり、高齢林で推定値が増大したと考えられる。スギでは立木密度の多少によって推定値が大きく変わるが、樹種を分割した効果は大きかった。ヒノキの場合は常緑針葉樹モデル(2)では材積が過大推定されたが、ヒノキのモデル(5)では材積が小さめに推定され、 100m^3 程度減少した林分が生じた。高分解能衛星データでスギとヒノキを分類した森林タイプ図を利用したことで、プロット調査による検証結果と同様に材積分布図の精度が向上したと考えられる。樹種別推定で推定値が大幅に改善したが、平均材積に対して誤差の平均値を 10% 程度に抑えることができれば、ヒノキでは汎用的に材積を推定できるだろう。

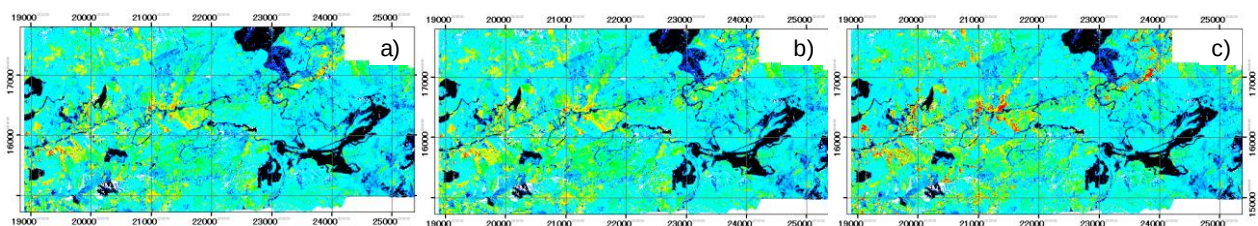


図 1 生井川上流域の材積分布図

a) 式 (1) と (2)、b) 式(1) と (3)、c) 式(1)、(4) と (5) を利用して作成

2. 常落葉広葉樹林のギャップのモニタリング

ギャップは森林の上層木の林冠に形成された空間である。これは、台風や病気、伐採などによって、一本から数本の上層木が失われることによって形成される。ギャップ形成による光環境の改善は、閉鎖林冠下において抑制されていた様々な樹種の稚樹の成長を促すため、ギャップは森林の更新において重要な役割を果たしている。したがって、ギャップ動態の情報は、対象となる森林の状態の確認や生物多様性の評価、長期的な資源利用や景観の保持・改変のうえから重要な知見となる。これまでに、地上でのギャップ調査によって、下層植生の樹高分布特性や、樹種ごとの更新特性などについて多数の研究が行われてきた。これにより、ギャップ内の樹種の入替わりや、ギャップ更新に関与する樹種ごとの耐陰性や伸長特性などについて成果が得られている。しかし、地上調査のみでギャップの空間分布を正確に把握し、再計測することは困難であるため、多数のギャップの経年変化を継続して観測した例は少ない。一方、近年は繰り返しLiDAR計測が実施される地域が広がっている。このため、時系列のLiDARデータを利用してギャップを解析して、その動態を把握できるようになってきた。以下では3時期のLiDARデータを利用してギャップの変化（動態）をモニタリングした研究例を紹介する。

対象地は、岐阜県高山市東部に位置する大八賀川支流の生井川の上流域で、標高約1200 m～1450 mの範囲である。地形は急峻地が多く、植生は針葉樹林と落葉広葉樹林が分布している。落葉広葉樹林ではミズナラ、ホウノキ、カンバ類などが高木層を形成している。また、1950年頃まで薪炭林として利用されていた薪炭二次林が多いと考えられる。

この地域ではLiDAR計測は4回実施されたが、そのうちの2005年7月（ビーム平均密度1.4点/m²）、2011年8月（同1.4点/m²）と2016年10月（同8.0点/m²）の点群データと、岐阜県が2016年のLiDARデータから作成した地盤高（DTM）データを利用した。森林植生タイプの分布を確認するために、高分解能衛星データで作成された森林タイプ図、2016年と2011年のLiDAR計測で同時撮影されたオルソカラー空中写真、および2003年に撮影されたオルソカラー空中写真を用いた。

2.1 ギャップの判定

解析は大きくLiDARデータからギャップを抽出するまでの前処理と、抽出されたギャップの時列形変化と時列形変化の特徴の分析に分かれる。解析に先立ち3つのLiDARデータで観測されている落葉広葉樹林を判読によって抜き出した。対象地の総面積は168 haで、各時期の平均樹冠高は2005年が14.7m、2011年が16.1m、2016年が17.6mだった。

LiDARデータをメッシュデータに内挿処理する際に見かけ上のギャップ（ノイズ）が生じることを避けるため、対象地を0.25 mのメッシュの格子に区切って、各メッシュ内に存在する最高の標高点を選択し、地表面高（DSM）点群テキストデータを作成した。ArcGISを用いてDSM点群テキストデータからDSMメッシュデータを作成し、DTMメッシュデータとの差をとってDCHMメッシュデータを作成した。DSM点群データからメッシュデータへは逆距離荷重法でメッシュ中央の標高を算出して内挿した。本研究では地表高5 m以上に植生が存在しない5 m²以上の空間をギャップと定義し、ポリゴン化して面積を計算した。

2005年、2011年、2016年のギャップ分布図から、ギャップの形成、拡大や縮小、閉鎖の過程は、1つのギャップのみで完了しているケースだけでなく、図2のように複数のギャップが干渉しながら変化しているケースが多いことを確認した。ギャップの特徴量変化を正確に把握するため、経年変化に伴って分断あるいは結合したギャップを同一のマルチパートポリゴンとして集計することを考え、マルチパートポリゴンから構成されるマスクを作成した（図2の中心、カラー表示の部分がマスク）。図2では中央に位置する2005年の大きなギャップが2011年、2016年と年を経るに従って縮小し、分断された様子が分かる。この3時期のいずれかで連続し、重なっているギャップを干渉し合うギャップと見なした。図2には3時期でのギャップのサイズや位置が明確に現れていて、LiDARデータでギャップの分布と変化を正確に把握できることが分かる。

2.2 ギャップのモニタリング

このようにして集計した3時期のギャップの面積階別のヒストグラムを示す（図3）。ギャップ総数は2005年が954個、2011年が678個、2016年が805個だが、3時期のヒストグラムは全てが類似した形となった。とくに50 m²以下のギャップにおいて、ギャップ数はおよそ100～200個と差があるものの、ギャップ総数に対する割合はほぼ等しかった。いずれの時期においても、面積が大きいギャップほど割合は少なく、特に100 m²より大きいギャップ数の割合は10%以下で、このようなサイズのギャップ形成は極めて稀であると考えられた。2005～2011年では新規に生じたギャップの面積は2611.2m²、閉鎖したギャップの面積は5659.7m²でギャップ形成よりも成長が勝っていたが、逆に2011～2016年では各々4986.4m²と2493.2m²でギャップ形成が勝っていた。この事は3時期の50m²以下のギャップ数にも明瞭に現れている。今後、このような変化の原因について検討するが、この結果は2011～2016年の間に何らかの攪乱が発生していたことを示唆している。

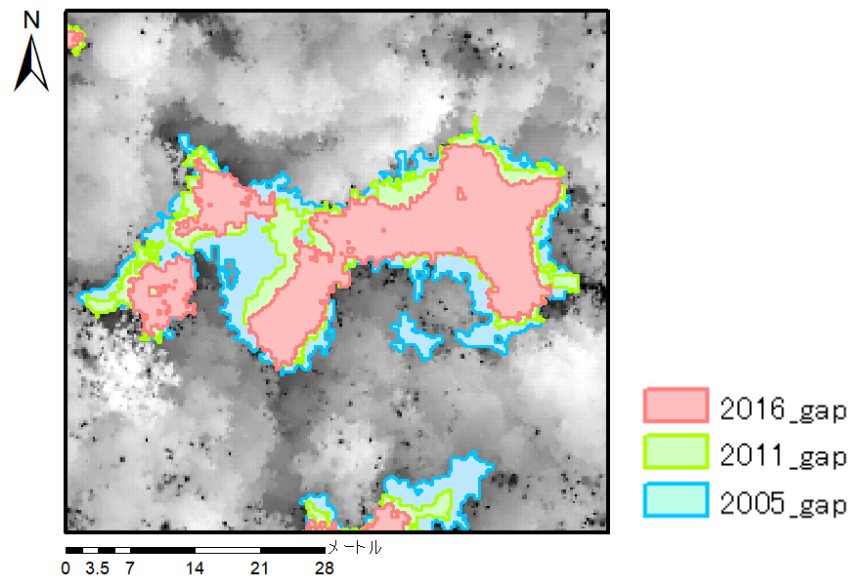


図2 経年変化の過程での複数のギャップの干渉

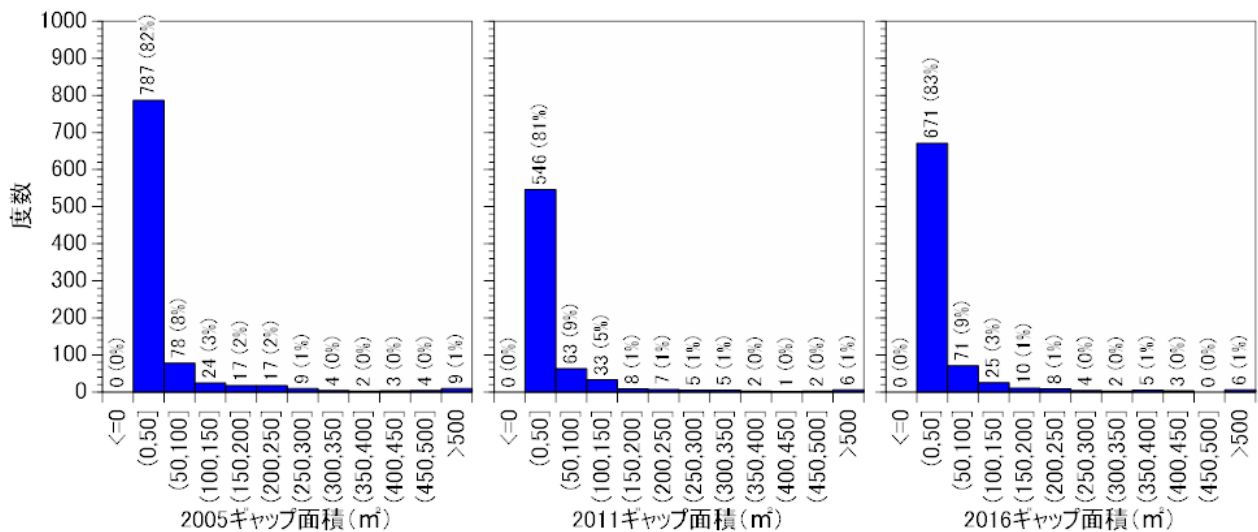


図3 経年変化の過程での複数のギャップの干渉

研究テーマ：流域圏の水文現象の解明と評価に関する研究

所 属：流域情報研究部門 環境資源解析研究分野 准教授

氏 名：児島 利治

共同研究者：太田 貴大（長崎大学）・橋本 啓史（名城大学）・竹島 喜芳（中部大学）・長谷川 泰洋（名古屋産業大学）・大橋 慶介・吉野 純（工学部）・丸谷 靖幸・原田 守啓（流域圏科学研究センター）

研究協力者：兼松 和重（中部森林技術コンサルタント）・Chantsal Narantseteg・Weilisi・Alatan Nabuqi・岡村 友貴（大学院学生）・恩田 隆希・山本 冴恵（学部学生）

平成30年度の主な研究活動として、以下の4つの研究活動成果について報告する。

1. 森林の生長を考慮した水文モデルの開発と検証

森林の水源涵養機能は多数の水文プロセスの複合結果であり、森林の生長による影響のみを抽出する事は非常に困難である。森林の生長を考慮した水文モデル（流域圏シミュレーター）を構築し、長期間の観測流量データと比較することにより、森林の生長を考慮したモデルと考慮しないモデルのどちらが実際の観測データに適合するのかを検証を行った。図1に流域圏シミュレーターの概念図を示す。流域圏シミュレーターは間伐等の外的変動と森林の生長により様々な林況パラメータを算出する「森林生長モデル」と、林況パラメータを基に流出形態に関する水文パラメータを推定し、降雨流出解析を行う「水文モデル」で構成されている。

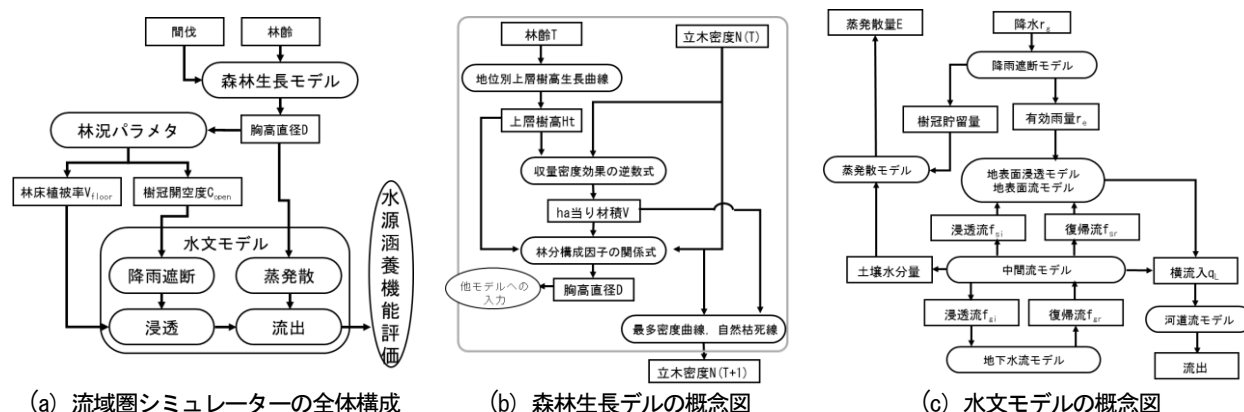


図1 流域圏シミュレーターの概念図

岐阜県中津川市の山地森林小流域(50ha)において、1986年～2007年までの流出量を流域圏シミュレーターで再現しその精度を検証した。図2に2004年の観測日流量ハイドログラフ(Obs)と、森林生長を考慮したモデル(Sim: Case1)と森林生長を考慮しないモデル(Sim: Case2)で計算したハイドログラフを示す。ハイドログラフの目視では森林生長モデルによる差は少なくCase1と2はほとんど重なっているが、渇水時にCase1の方が若干流量が少なく推定されている。これは森林の生長により蒸発散量が増加した事が原因である。次に観測日ハイドログラフと計算日ハイドログラフを用いてNash-Sutcliffe(NS)係数を算出し、計算ハイドログラフの精度検証を行った。ハイドログラフの目視判読では良く分からなかったが、ほとんどの年でNS係数は0.7以上を示し、日ハイドログラフの再現精度は概ね良好であった。さらにほとんどの年で森林生長を考慮したCase1の方が高いNS係数を示し、その差は0.00095 y⁻¹の増加傾向にある事が示された(図3)。その精度に差が生じる主な原因は、平水・低水時の流量の推定精度の改善であり、洪水時では森林を考慮したモデルの方が若干良い精度を示したものの、それ程明確な差は見られなかった。本研究で提案した森林の生長を考慮した流出モデルは、長期の流出解析への適用及び森林の生長に伴う水源涵養機能の変化を評価するためのツールとして有用である事が示された。

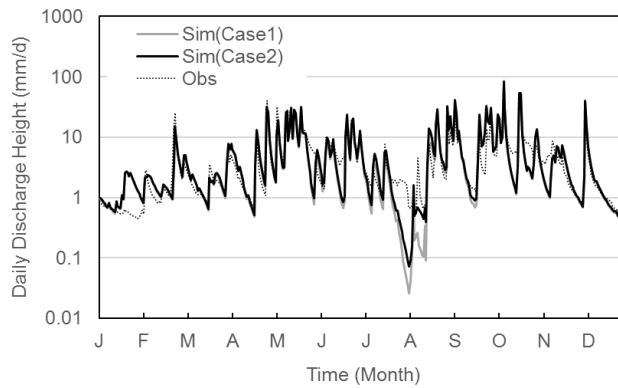


図2 森林有モデル(Case1)と森林無モデル(Case2)による計算日流量ハイドログラフ及び観測日流量ハイドログラフの比較.

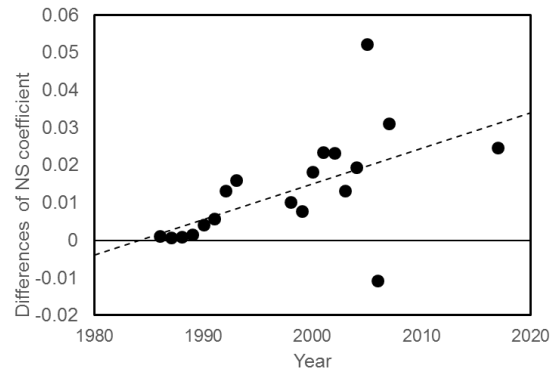


図3 森林の生長を考慮したモデルと考慮していないモデルで計算された日流量のNS係数の差の推移.

2. 流域圏保全学に向けた森林統合評価の試み

流域圏を構成する自然環境・生態系・生物多様性の保全と適応的管理, 人間社会の持続的発展の両立のためには, 相互に影響しあう様々な現象について統合的に評価し, より良い流域圏の保全を目指していく必要がある. 流域圏を構成する森林において, より良い森林施策を模索するための複数の機能の統合的評価を試みた. 対象地域は, 郡上市郡上八幡周辺より上流の長良川最上流域とした. 郡上市の森林バーニングより人工林の施業を実施しない領域と実施する領域に分け, さらに森林施業を実施する領域では, 林齢, 林班面積を考慮して森林施業実施年を独自に設定し, 評価シナリオの設定に用いた. また, 以下の4つの機能と森林管理コストについて評価を行った.

洪水抑制機能:流域圏シミュレーターにより, 平成30年7月豪雨時の1kmメッシュ全国合成レーダーGPVを用いて洪水流出計算を行い, ピーク流量で評価した.

渇水抑制機能:同じく森林生長を考慮した降雨流出モデルより気象庁AMeDAS観測データを用いて平成5年の日流量を算出し渇水流量で評価した.

生物多様性機能:単位面積当たり林相別種別個体数, 森林生長モデルより算出した将来の50×50m解像度林相図より対象種ごとの移動能力に応じた許容される最大ギャップを考慮した生息可能パッチを算出し, 生息可能パッチ内の個体数を積算して求めた. 対象種をヨタカ, センダイムシクイ, オオルリ, コルリの4種とした.

森林管理コスト:岐阜県の平成30年度森林整備事業標準単価より, コストを算出した.

間伐, 再植林, 広葉樹林化といった森林施業を組み合わせたシナリオ①～⑤を設定し, 60年後の林況を予測し, 現在の森林状態(現状)における各森林機能, コストとの比較を行った.

シナリオ①:手入れせず60年間放置する.

シナリオ②:森林施業有領域で60年間に2回, 3割間伐を実施する.

表1 森林管理シナリオと洪水抑制, 渇水抑制機能

シナリオ	洪水流量 (m³/s)	増減 (m³/s)	渇水流量 (m³/s)	増減 (m³/s)
現状	1965.1	現状	2.46	現状
①	1970.5	+5.4	1.66	-0.796
②	1968.4	+3.2	1.90	-0.560
③	1960.2	-4.9	2.13	-0.327
④	1966.7	+1.6	2.02	-0.437
⑤	1958.6	-6.5	2.25	-0.207

表2 森林管理シナリオと鳥類の生物多様性

シナリオ	ヨタカ (羽)	センダイム シクイ(羽)	オオルリ (羽)	コルリ (羽)
現状	420	8,508	2,231	4,433
①	569	16,440	2,231	7,148
②	563	16,383	2,233	7,235
③	457	15,808	3,107	5,476
④	541	15,675	2,230	6,264
⑤	436	15,140	3,101	4,521

表3 森林管理シナリオと施業面積, 施業コスト

シナリオ	間伐	再植林	広葉樹林化	コスト
現状				¥4,445
①				¥0
②	56,215 ha			¥3,414
③	56,215 ha		13,718 ha	¥9,250
④	50,512 ha	5,703 ha		¥6,206
⑤	50,512 ha	5,703 ha	13,718 ha	¥12,042

シナリオ③：森林施業有領域で 60 年間に 2 回、3 割間伐を実施する。森林施業無領域では 30 年後に広葉樹林化を実施する。

シナリオ④：森林施業有領域で 60 年間に 2 回、3 割間伐を実施する。その際、林齢 80 年以上の林分は再植林を実施する。

シナリオ⑤：シナリオ④に加え、森林施業無領域で 30 年後に広葉樹林化を実施する。

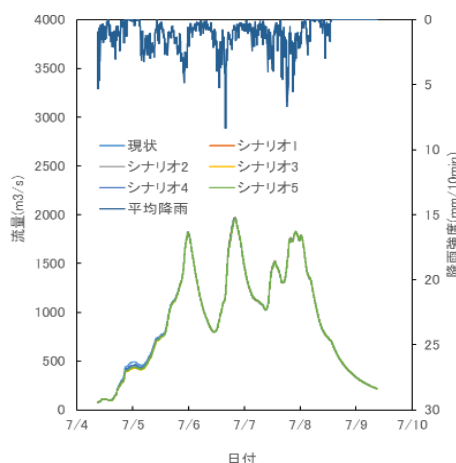


図4 計算ハイドログラフ

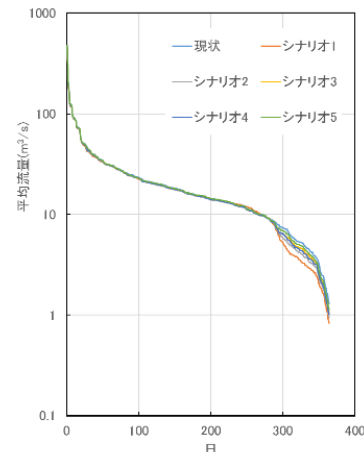


図5 計算流況曲線

図4に示すように森林管理シナリ

オによる洪水ピークの違いはほとんど無かった。一方、図5に示すように流況曲線では低水～渇水時にシナリオによる違いがみられる。表-1に森林管理シナリオと洪水抑制、渇水抑制機能のまとめを示す。各シナリオに対して、洪水流量は現状の1965.1m³/sに対し±0.3%程度の増減とほとんど変化しない一方で、渇水流量は現状の2.46m³/sに対し-30～-8%の差が生じ、広葉樹林化を行うシナリオ③、⑤の方が渇水流量が大きく減少した。表-2に森林管理シナリオと鳥類の生物多様性についてのまとめを示す。現状の生息数に対してほぼ増加するという結果が得られているが、ヨタカは広葉樹林化を行わない方が生息数が多く、オオルリは広葉樹林化を行った方が生息数が多いというシナリオ毎に異なる増加傾向を示した。また、表-3に、各森林管理シナリオで実施される施業面積と郡上市民一人当たりコストを示す。現状のコストは、現在岐阜県で徴収されている森林環境税及び郡上市で実施されている森林管理コストを郡上市人口で割り、一人当たりが1年間に負担する森林管理コストとして算出した値である。管理を行わないシナリオ①のコストは¥0、広葉樹林化を行うシナリオ③、⑤が最も高コストとなった。特定のシナリオが全ての森林機能で良い評価を示すのでは無く、各シナリオでそれぞれ長短が存在するため、ある特定の機能だけで最適なシナリオを選択する事はできない事が示唆された。

3. H30年7月豪雨における津保川の計算

2018年6月末から7月上旬にかけて西日本を中心に広域で記録的豪雨が観測された『平成30年7月豪雨』では、人的被害は広島県、岡山県、愛媛県に特に集中しているが、降雨量の多い地域は東海北部、北陸、近畿、中国、四国、九州北部と西日本の広い範囲に分布し、アメダス観測所等125地点において48時間降水量が観測史上1位を記録している。岐阜県では、関市の津保川が7月8日午前1時過ぎ頃から水位が急上昇したのちに氾濫に至り、死者（1名）、床上浸水（住宅16棟）、床下浸水（住宅183棟）の被害が出ている。今回の津保川氾濫の被災区間には2地点の水位観測所（上之保、下之保）が存在しているが、上之保観測所が最上流の観測所であるため、洪水波の伝播を考慮した予測は不可能であり、降雨量を入力とする降雨流出解析に基づく水位予測が必須である。本研究では、即時性と正確度の高い合成レーダー雨量を入力とする分布型流出モデルによる降雨流出解析と各支川流量を入力とする河川流況計算を組み合わせ、平成30年7月豪雨での流域内水移動と河川流況を再現計算する手法を提案する。本研究では分布型流出モデルに流域圏シミュレーターを使用し、河川流況計算にはRiver2Dを用いて計算を行った。図6にそれぞれの対象領域とそれぞれの計算範囲を示す。薄い

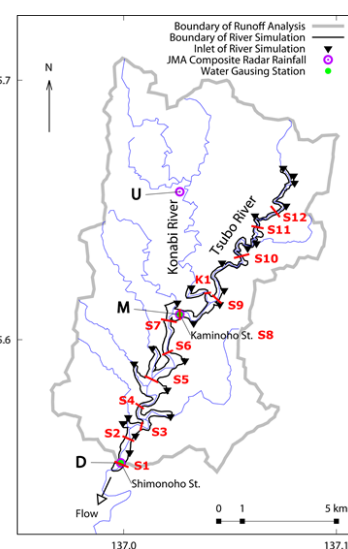


図6 対象地域と計算範囲

灰色線が流域界であり流域圏シミュレーターの計算範囲である。流域圏シミュレーターは 50m メッシュで斜面流出計算を行い、擬似河道網に沿って河川流量計算を行う。流域圏シミュレーターの擬似河道網における河川流量は、1 次元解析でかつバックウォーターの計算ができないため、河川合流部の水位計算は非常に精度が低い。一方 River2D では 3 角形メッシュによる 2 次元不定流計算を行うため、計算コストは非常に高いが精度の良い河川流況計算が可能である。本研究では津保川支川の途中までを流域圏シミュレーターで計算し、River2D のメッシュ境界に流域圏シミュレーターからの計算流量を入力する形で両モデルの結合を行った。上之保、下之保の観測水位からは、両地点は 8km 程度の距離があるにもかかわらずピーク時刻に大きな違いが無かった。しかし H30 年 7 月豪雨における出水では、上之保水位観測点のすぐ下流で合流する小那比川からの出水の影響が大きく、上之保観測点の存在する本川からの洪水波より早く洪水波が小那比川から伝播し下之保まで到達するといった現象が本研究の解析結果より判明した。このように目的、精度の異なる 2 種類のモデルを結合する事により、より精度が高い流況解析が低い計算コストで実施できる事が示された。

4. d4PDF 降雨データと土壤雨量指数を用いた将来の土砂災害危険度評価

20km メッシュ d4PDF の降雨データをそのまま用いた場合に正常に土砂災害危険度の評価が可能かどうかの検証を行った。現業の土砂災害警戒情報システムと同様に土壤水分量と 1 時間降雨強度を用いて土砂災害の危険度を判定した。土砂災害の判定は 3 次メッシュ(1km メッシュ)毎に行い、各メッシュの雨量は逆距離荷重内挿法で求める。1979～2018 年の 40 年間の気象庁観測所で観測された実降雨データと、d4PDF 現在気候の 3000 年分の時系列降雨データをそのまま用いて土砂災害危険度の判定を行ったところ、CL を超過した回数が気象庁降雨データでのべ 78 回に対し、d4PDF 現在気候ではのべ 114 回と非常に少なく大きく過小評価する可能性が高い事が示された。気候モデルによる推定降雨量は短期間豪雨が再現できない傾向がある事が原因と考えら得る。CL 超過時点の 1 時間降雨量と土壤雨量指数を図 7 にプロットする。気象庁デーが 20mm/h ～100mm/h の 1 時間降雨を示しているのに対し、d4PDF はほとんどが 40mm/h となっており短時間豪雨による土砂災害の再現性が低い事が伺える。次に、極値統計解析による確率降雨量を用いて作成した降雨モデルを使用して土砂災害発生の評価を行った。特に短時間豪雨にモデルの作成に絞り、降雨イベント時間 1 日の短時間豪雨モデルを作成したところ、災害の発生件数、災害時の降雨条件、土壤雨量指数の再現性が高い事が示された。図 8 にリターンペリオドと災害発生確率の関係を示す。ここで災害発生確率とは CL 超過回数/岐阜県全域の判定メッシュ数(10,164)である。来気候でもリターンペリオド 20 年程度までは災害発生確率は小さいが、リターンペリオド 30 年を超えるあたりで急激に発生確率は増加し、リターンペリオド 40 年では岐阜県の約半分の領域で土砂災害が発生する危険性が高くなる事が分かり、比較的短期間で土砂災害が繰り返し発生する可能性が高い事が示唆された。また、将来気候を用いた場合に、現在気候と同程度の土砂災害が発生するリターンペリオドは約半分となっており、100 年後の土砂災害発生リスクは約 2 倍となっていると予測された。

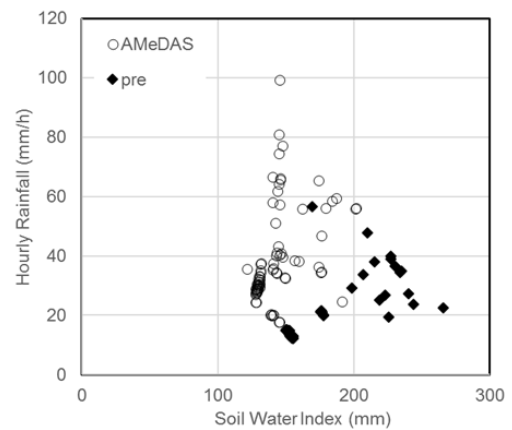


図 7 気象庁降雨 (AMeDAS) 及び d4PDF 現在気候 (pre) のオリジナルデータによる CL 超過時の 1 時間降雨と土壤雨量指数

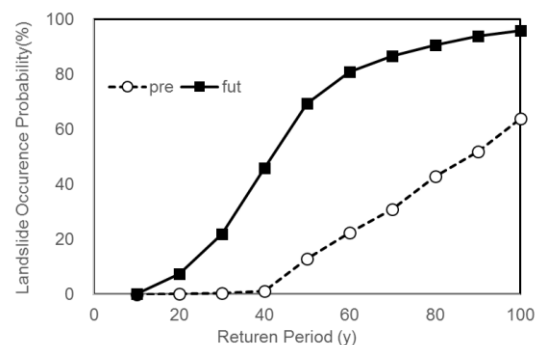


図 8 リターンペリオド毎の現在と将来の災害発生確率 (fut : 将来気候, pre : 現在気候)

研究テーマ：地震動の類似性評価に関する検討

所属：流域情報研究部門 地盤災害診断研究分野 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：高橋 幸宏（大学院学生）・今井 雅人・竹村 怜弥（学部学生）

平成30年度の研究活動を概説する。

1. 地震動の類似性評価に関する検討
2. 地震動の特徴抽出と工学的特性評価に関する検討
3. 常時微動観測による表層地盤の地震動特性分析に関する検討

本報では、1.の検討事例について報告する

1. はじめに

振幅・周期・経時特性によって表される地震動の特徴は、地震動の工学的特性を知るための基礎的な情報である。本報では、地震動波形に含まれる工学的特徴を的確に捉えることが可能な特徴ベクトルを定義し、これに基づく波形の類似性評価について検討した。図1に概念図を示す。多数の波形群(波形インベントリー)¹⁾に対して特徴ベクトルを算出し、波形間の類似度評価を行うことで、波形インベントリーより任意の基準波形に類似した波形を抽出する手法について検討する。具体的には、振幅・周期特性を有した特徴ベクトル²⁾と、経時特性を有した特徴ベクトル³⁾を用いる。波形抽出手法の確立は、図1に示すように、観測波形より特定の地震動波形を検索・抽出できると共に、観測点周辺の被害データや地盤条件、事前の被害予測結果の参照が可能になると考える。

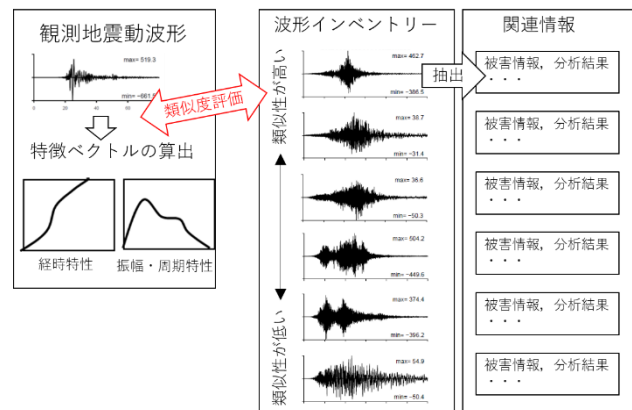


図1 特徴ベクトルによる波形インベントリーの概念図

2. 評価手法の概説

2.1 地震動の特徴抽出

地震動の特徴抽出について概説する。図2に示すように、経時特性の特徴抽出は水平成分の1成分ごとの地震動加速度波形 $A(t)$ の全パワーで正規化された累積パワー曲線(Husid plot) $P_C(t)$ を用いる。本報では、 $P_C(t)$ を1%刻みで離散化した $t_i = P_C^{-1}(i)$ ($i=1, \dots, 99$) について、 t_i の基準時間 t_1 に対する時間差 d_j を定義して98次元の特徴ベクトル $\mathbf{d}$ とする。式(1)に示すように、 t_i に対する時間差として定義することで波形間の時間位置が統一化される。また、観測記録の記録長にかかわらず、常に同一の98次元で統一的に特徴量を表現できる利点がある³⁾。

$$\mathbf{d} = \{d_j\} = \{d_1, \dots, d_{98}\} \quad (1)$$

$$d_j = t_{j+1} - t_1 = P_C^{-1}(j+1) - P_C^{-1}(1) \quad (j=1, \dots, 98)$$

振幅・周期特性の特徴抽出は速度応答スペクトルを用いる。図3のように、線形1自由度系の固有周期 $T=0.1 \sim 10$ s の区間を対象に、対数軸上で100等分した $N=101$ 点の周期を用いる。式(2)における101点の周期 T_i ごとに算出した減衰定数5%の速度応答スペクトル $S_v(T_i)$ より、101次元の特徴ベクトル $\mathbf{Sv} = \{S_v(T_1), \dots, S_v(T_{101})\}$ とする。

$$T_i = 0.1 \times 10^{\left(\frac{2}{100}\right)(i-1)} \quad (i=1, \dots, 101) \quad (2)$$

2.2 非類似度の算出

基準波形 a の特徴ベクトルを $\mathbf{d}_a$, $\mathbf{Sv}_a$, 任意波形 b の特徴ベクトル $\mathbf{d}_b$, $\mathbf{Sv}_b$ として、波形間の非類似度を算出する。経時特性の非類似度 $D_d(a, b)$ は、ユークリッド距離を用いて評価する。

$$D_d(a, b) = \|\mathbf{d}_a - \mathbf{d}_b\| = \sqrt{\sum_{j=1}^{98} (d_{aj} - d_{bj})^2} \quad (3)$$

振幅・周期特性の特徴ベクトル $\mathbf{Sv}_a$, $\mathbf{Sv}_b$ に関しては、振幅特性を考慮した非類似度を算出する。ユークリッド距離を参考に、後述の重み係数 w_i を導入する。次式に示すように、 $S_i(T_i)$ またはその常用対数 $\log S_i(T_i)$ の 2 ケース算出することとした。

$$D_{Sv}(a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^{101} (Sv_{ai} - Sv_{bi})^2 w_i^2} \quad (4)$$

$$D_{\log Sv}(a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^{101} (\log Sv_{ai} - \log Sv_{bi})^2 w_i^2} \quad (5)$$

w_i は重み係数であり、次式に示すように基準特徴ベクトル $\mathbf{Sv}_a$ より定義する。

$$w_i = \frac{(Sv_{ai})^k}{\sum_{i=1}^{101} (Sv_{ai})^k} \quad (6)$$

式(6)において、 $k=0$ では重みを考慮せず、全周期を等しい重みで距離が算出され、 k が大きな値であるほど、スペクトルのピークを重視した重み係数を与える。なお、速度応答スペクトルは目的により対数変換して使われることも多いことから、振幅・周期特性の非類似度評価では、 D_{Sv} , $D_{\log Sv}$ の 2 ケースで検討することとし、両者の違いによる波形抽出結果について比較・考察する。

3. 波形インベントリーの作成と類似波形の抽出

前章の特徴ベクトルと類似度評価手法を用いて波形抽出した例を示す。ここでは K-NET⁴⁾より収集した波形記録を波形インベントリーとして整備し、2018 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震の観測記録に類似した波形抽出を行うこととした。波形インベントリーは、1997 年～2018 年 6 月に発生した地震から、最大震度 5 強以上が観測された地震を中心に 52 地震、12810 の波形記録(EW 成分)を整備した。波形インベントリーより、特徴ベクトル $\mathbf{d}$, $\mathbf{Sv}$, $\log \mathbf{Sv}$ を用いて非類似度を評価して波形抽出を行い、手法の妥当性や抽出波形の特徴について考察した。

基準波形の加速度波形を図 4、重み係数を図 5 に示す。図 4 に示すように、基準波形は北海道胆振東部地震で震度 6 強を観測した HKD1261809060308 (K-NET 鶴川) とした。同波形は図 5 に示すように、 $i=60$ 付近(固有周期 1.51

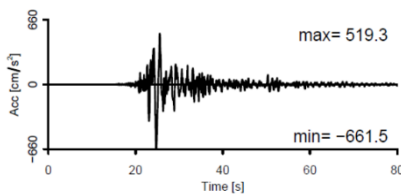


図 4 2018 年北海道胆振東部地震で観測された加速度波形(HKD1261809060308, EW 成分, K-NET 鶴川)

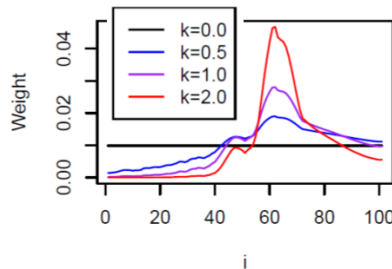


図 5 重み係数の比較(2018 年北海道胆振東部地震, HKD1261809060308)

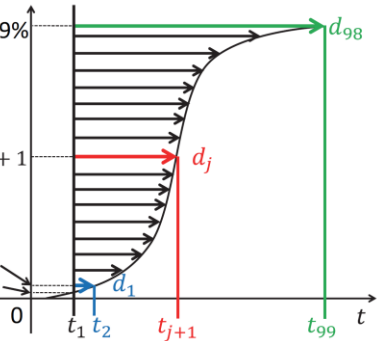


図 2 経時特性を表す特徴ベクトル³⁾の概念図

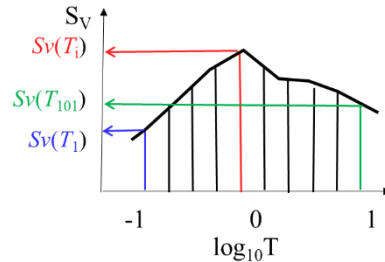


図 3 振幅・周期特性を表す特徴ベクトル²⁾の概念図

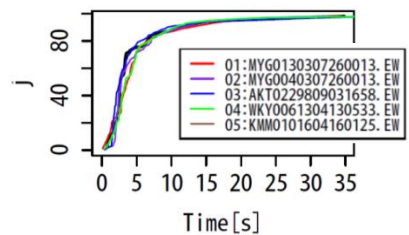


図 6 経時特性の特徴ベクトルによる波形抽出結果の比較(図中の番号は距離の近い順位)

秒付近)にピークが見られる。経時特性、振幅・周期特性の非類似度評価結果を図6、図7にそれぞれ示す。両図では、K-NET が公開している波形データファイル名と同様の命名規則[観測点コード,地震発生年月日時分(発生年は西暦下2桁),成分(.EW)]で示した。

経時特性を比較した図6では、HKD1261809060308 とほぼ等しい経時特性の波形記録が、他の地震にも見られることが確認できる。振幅・周期特性を比較した図7では、 $\log S_v$, $k=0.0$ 以外のケースでは、NIG0280410231756(2004 年新潟県中越地震, K-NET 長岡)が最も類似した傾向を示した。 $\log S_v$, $k=0.0$ で最も類似した HKD0980309260450 (2003 年十勝沖地震本震, K-NET 大樹)は、他のケースでも上位(S_v , $k=0.0$ で7位, $k=2.0$ で9位, $\log S_v$, $k=2.0$ で8位)であり、基準波形である HKD1261809060308 に対して、類似した波形を抽出したことを確認できる。

図8に、経時特性、振幅・周期特性の特徴ベクトルの非類似度を比較した結果を示す。同図において、振幅・周期特性の非類似度 $D_{S_v}(a, b)$, $D_{\log S_v}(a, b)$ が小さな NIG0280410231756 は、経時特性の非類似度 $D_d(a, b)$ は大きな傾向が確認できる。図8の比較より、振幅・周期特性、経時特性両方が類似した波形記録は、ISK 0050703250942(2007年能登半島地震, K-NET 穴水), NIG0180707161013(2007年新潟県中越沖地震, K-NET 柏崎), NIG0190410231756(2004年新潟県中越地震, K-NET 小千谷)であることが確認できる。

基準波形と類似性の高い3波形(ISK0050703250942, NIG0180707161013, NIG0190410231756)の時刻歴波形を図9に示す。図4の基準波形では、トリガ後5秒程度で最大振幅に達し、その後徐々に振幅が減少していく特徴が見られる。図9の抽出波形においても、振幅の時間変動が基準波形とほぼ同じ傾向であることが確認できる。

4. おわりに

本報では、波形インベントリーから任意の基準波形に類似した波形を抽出することを目的に、筆者らが提案した特徴ベクトルを用いた波形間の非類似度評価手法について基礎的な検討を行った。以下に結果を要約する。

- 1) 経時特性を表す特徴ベクトルとして正規化累積パワー曲線に基づいた98次元特徴ベクトル、振幅・周期特性を表す特徴ベクトルとして速度応答スペクトルに基づく101次元特徴ベクトルをそれぞれ用いて、基準特徴ベクトルに対する非類似度を評価する手法を提案した。
- 2) 非類似度の評価は、経時特性はユークリッド距離を用いた。振幅・周期特性については、振幅特性考慮可能な重みを導入した非類似度を定義した。
- 3) 波形インベントリーとして整備した波形記録(52地震, 12810波形)に対して、2018年北海道胆振東部地震で観測された波形記録を基準波形としたケーススタディでは、基準特徴ベクトルに類似した地震動特性を有した波形を抽出できたことを確認した。

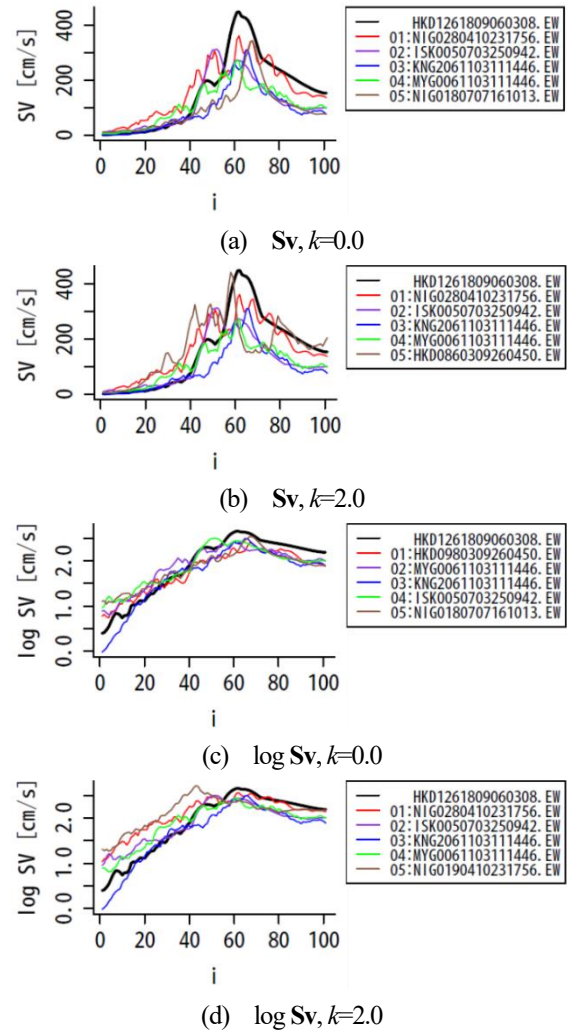


図7 振幅・周期特性の特徴ベクトルによる波形抽出結果の比較(波形名は[観測点コード,地震発生日時,波形成分]の順,図中の番号は類似度の高い順位)

4) 振幅・周期特性の非類似度評価においては、 $S_v, \log S_v$ それぞれに対応した類似波形を抽出できた。速度応答スペクトルは目的により $S_v, \log S_v$ を使い分けた評価が可能であり、加えて、 k によりスペクトルのピークを重視した抽出が可能である。

本報では、振幅特性を重視した非類似度評価が可能な重み係数を定義し、任意の重み係数を設定した波形抽出を行った。重み係数算出における k の設定方法については、引き続き考察が必要と考える。なお、波形抽出は、図8に示したように、経時特性の非類似度 D_d 、振幅・周期特性の非類似度 D_{S_v} または $D_{\log S_v}$ の2つの指標を用いた。今後、これら2つの指標を総合的に評価した波形抽出手法について検討したい。さらに、抽出した波形より他の地震動指標との関連について考察するなど、図1に示す波形インベントリーの活用方法の検討を進めたい。

謝辞：本研究では(国研)防災科学技術研究所 K-NET の強震記録を使用しました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 田中浩平, 高田毅士: 既往観測波形インベントリーを用いた地震動予測のための波形選定手法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第74巻, 第646号, pp.2219-2225, 2009.
- 2) 能島暢呂, 久世益充: KL 変換と離散コサイン変換による応答スペクトルのモード分解と合成, 土木学会論文集 A1, Vol.74, No.4, pp.I_237-I_248, 2018.
- 3) 能島暢呂, 久世益充, 高島拓也: 地震動の経時特性の特徴抽出と階層的クラスター分析による分類, 日本地震工学会論文集, Vol.17, No.2, pp.2_128-2_141, 2017.
- 4) (国研)防災科学技術研究所: 強震観測網(K-NET, KiK-net) <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

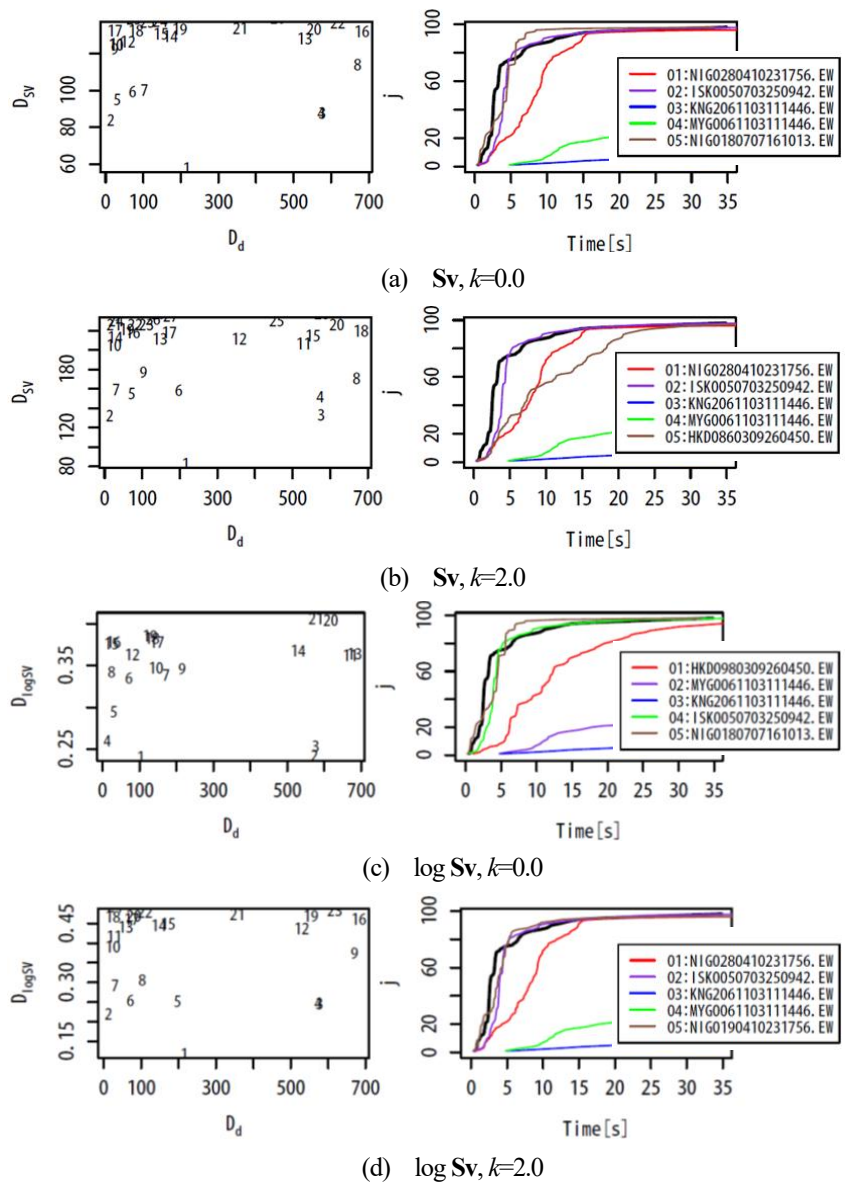
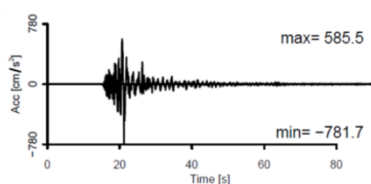
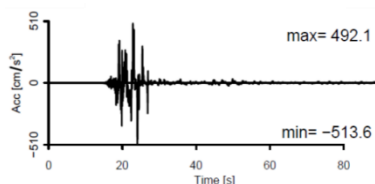


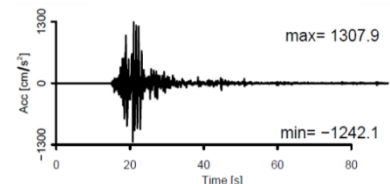
図8 非類似度の比較(HKD1261809060308を基準波形とした場合。左は経時特性と振幅・周期特性の非類似度プロット, 右は振幅・周期特性の類似度が高い上位5波形の経時特性比較。図中の番号は各ケースで類似度が高い順位)



(a) ISK0050703250942



(b) NIG0180707161013



(c) NIG0190410231756

図9 抽出された類似波形の比較

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： 流域情報研究部門 流域安全研究分野 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）・村岡 治道（地域減災研究センター）・相原征代（流域圏科学研究センター）・松越 高樹（京都大学）・大崎 友記子（岐阜女子大学）・阪本真由美（兵庫県立大学）

研究協力者： 真柄 善行（大学院学生）・小関 貴徳（学部学生）・櫻井 まゆ（学部学生）・土田 康平（学部学生）

平成30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. 気候変動と社会変動を考慮した地域の防災活動への実装に向けた研究

気候変動により、気象に関する極端現象が増加することが指摘されている¹⁾。このことは、災害発生確率も増加することを示唆している。一方で、公共サービスは、平時のニーズに合わせた人的・物的リソースで運用されており、災害時には必然的にリソースが不足するため、住民一人一人による自助・共助の重要性が指摘されている²⁾。しかしながら、我が国では少子高齢化が進んでおり、都市域よりも地方部の方が高齢化率が高い傾向にある。少子高齢化は年々進行しているため、災害に対峙する人・地域の状況は、年々厳しくなっているといえる。

持続可能な地域を実現していくためには、今の地域の状況だけを踏まえて防災減災対策を考えるのではなく、将来的な人口動態などの社会変動も考慮していくことが必要である。本研究では、将来的な地域の防災減災対策に資するため、岐阜県における土砂災害、洪水ハザードとその曝露人口について、将来推計人口に基づいた年次推移の分析を行った。

推計にあたり、ハザードデータは国土数値情報の土砂災害警戒区域(2017)および浸水想定区域(2012)の空間データを用い、人口推計データは500mメッシュ別将来推計人口(2017)を用いた。市町村別の人口および土砂災害・洪水ハザードに対する曝露人口について、2010年と2050年の推計値を表1に示す。表中の網掛けは2050年の高齢化率が40%を超えるものである。平成30年7月豪雨の際に大きな被害を受けた関市及び下呂市を赤字で示している。関市

表1 人口推計に基づく岐阜県内市町村の人口とハザード曝露人口の推移

地域区分	市町村名	人口(人)						高齢化率(%)						後期高齢化率(%)					
		全域		土砂災害警戒区域		浸水想定区域		全域		高齢化率の伸び		土砂災害警戒区域		浸水想定区域		全域		高齢化率の伸び	
		2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050
西濃	大垣市	161160.0	120621.1	1439.8	854.6	131529.2	99669.6	22.9	36.4	13.5	31.7	33.0	22.4	36.6	10.9	22.7	11.8	16.3	22.7
	海津市	37941.0	21976.6	3141.1	1702.0	27785.2	16330.1	23.6	41.7	18.0	25.7	42.8	22.9	41.6	11.5	26.4	15.0	12.6	27.8
	養老町	31332.1	18823.3	1708.4	988.2	24169.5	14756.1	23.9	40.0	16.1	24.4	39.5	23.4	39.9	12.0	25.3	13.2	11.9	25.9
	桑名町	28505.0	20336.6	1021.0	504.4	4167.3	3210.0	23.7	36.3	12.7	31.2	39.3	19.9	36.4	11.7	23.1	11.4	17.5	27.7
	関ヶ原町	8096.0	4074.5	1114.3	490.0			30.1	48.3	18.2	34.4	51.3			15.7	34.0	18.3	19.6	36.1
	神戸町	20065.1	12255.7			8401.6	5008.4	23.6	40.2	16.5			24.8	40.8	10.2	25.6	15.3		10.9
	輪之内町	10028.0	8740.3			9988.9	8712.1	19.9	33.9	14.0			19.9	33.9	10.4	20.3	10.0		10.4
	安八町	15271.0	12075.3			15060.3	11911.9	20.9	34.6	13.7			20.9	34.6	9.3	21.7	12.4		9.3
	揖斐川町	23784.0	11641.1	5692.7	2263.6			29.8	45.1	15.3	35.5	47.9			16.3	29.9	13.6	19.1	33.1
	大野町	23859.0	18024.4	688.0	409.6	7131.0	5642.1	21.5	36.0	14.6	26.3	39.1	20.2	36.5	10.1	23.1	13.0	13.3	24.5
	池田町	24900.0	20336.8	2740.9	2199.9	5843.9	5056.7	22.6	34.7	12.2	24.0	32.7	19.6	35.5	11.0	22.2	11.2	11.7	22.0
	関市	91418.0	68275.9	10547.8	6734.6	11018.8	8432.1	22.6	37.6	14.9	30.3	40.6	22.7	37.6	11.6	23.8	12.3	16.6	27.2
	美濃市	22628.9	13545.0	4533.5	2280.4	3932.9	2572.9	27.6	42.4	14.8	32.0	45.4	22.5	41.7	15.6	27.2	11.6	18.5	28.7
	美濃加茂市	54729.0	55480.1	1659.0	1273.1	6944.5	6221.1	19.6	33.1	13.5	26.4	34.1	23.7	36.0	9.9	20.2	10.3	14.1	23.0
	可児市	97436.0	73454.8	4159.3	2756.7	3741.4	2859.6	20.2	39.2	19.1	26.4	38.8	22.2	40.1	8.3	25.0	16.7	11.2	25.6
中濃	郡上市	44490.9	24000.4	16291.3	8205.5	12455.5	6955.5	32.2	46.6	14.5	32.9	47.4	32.7	44.0	19.4	32.9	13.5	19.8	34.1
	坂祝町	8361.0	6080.4	321.2	231.1	2561.3	1703.7	19.2	35.5	16.3	20.0	36.4	22.5	37.0	9.3	22.0	12.7	9.6	21.5
	富加町	5516.0	3787.0	720.2	485.7	100.8	61.9	24.7	40.5	19.8	26.1	38.9	25.9	44.4	13.3	24.6	11.4	14.4	23.5
	川辺町	10593.0	7278.3	1946.9	1218.2			26.5	39.4	12.8	29.7	40.6			14.3	26.3	12.0	17.4	28.2
	七宗町	4484.0	1989.0	1867.8	725.3			36.5	50.5	14.0	37.6	53.0			21.4	36.2	14.8	22.5	38.6
	八百津町	12045.0	5864.5	2290.0	1171.0			32.5	44.8	12.3	31.0	44.5			18.7	30.0	11.3	18.0	30.2
	白川町	9530.0	3933.0	3976.6	1649.7			37.9	53.3	15.4	37.0	53.3			23.5	40.2	16.7	22.3	41.3
	東白川村	2514.0	1206.7	1135.2	542.7			40.1	50.3	10.2	40.8	49.3			24.4	36.5	12.1	24.7	36.4
	御嵩町	18824.0	12719.6	1842.1	1097.6	2076.9	1420.7	24.2	40.1	15.9	28.6	41.5	25.4	40.8	12.1	25.3	13.2	15.4	26.0
	高山市	92747.0	58708.2	25292.0	15242.4	4554.3	3079.5	27.0	41.3	14.2	27.4	41.9	25.9	41.0	14.0	27.3	13.3	14.4	28.2
飛騨	飛騨市	26732.0	13002.7	8617.3	3788.3	9119.2	5130.5	33.3	46.2	12.8	34.4	47.5	31.7	44.1	18.4	32.1	13.7	19.0	33.5
	下呂市	36914.0	14647.5	19423.8	10305.2	5115.2	3010.4	33.1	46.3	13.2	33.3	46.4	33.3	45.6	18.5	33.2	14.6	18.6	33.4
	白川村	1733.0	1293.9	733.6	551.4			28.8	31.8	3.0	26.6	32.0			14.7	20.4	5.7	14.6	20.5
	多治見市	112595.1	73091.1	16307.2	9465.3	9429.2	6066.2	22.7	41.8	19.1	27.9	42.4	26.4	45.1	10.0	27.6	17.6	11.6	29.0
東濃	89099.9	50788.1	11749.7	6790.9	614.6			27.9	41.5	13.6	29.7	42.0	30.7	41.1	15.1	27.2	12.1	16.5	28.2
	瑞浪市	40367.0	25620.2	8023.0	5069.9	3875.8	2466.4	26.0	41.1	15.1	28.6	42.7	27.6	42.4	13.8	27.6	13.8	15.4	29.5
	瑞穂市	53718.0	32395.3	8471.6	4158.4	121.6	76.8	29.0	41.7	12.8	33.0	44.4	29.4	44.1	16.3	28.1	11.8	19.2	31.5
	土岐市	60475.0	38905.9	17134.5	10438.8	3693.6	2272.8	26.9	39.5	12.6	28.1	40.1	27.5	41.3	13.2	25.7	12.6	15.5	26.4
	岐阜市	413136.0	303243.5	29024.5	18384.7	302615.5	224909.8	24.0	37.4	13.4	28.2	37.4	23.8	37.5	11.2	23.7	12.5	12.8	24.6
	羽島市	67196.8	51263.9			66748.8	50977.5	21.2	35.6	14.5			21.1	35.6	9.1	21.8	12.8		9.1
岐阜	各務原市	145603.9	114947.3	9916.4	7246.8	28691.2	23431.7	21.8	36.1	14.3	23.1	35.8	21.7	34.7	9.2	22.8	13.6	9.6	23.2
	山根町	29628.8	18198.3	11008.6	6308.0	4842.4	3461.5	25.8	39.8	14.0	26.7	40.7	19.2	38.8	12.8	25.7	12.9	13.0	26.9
	瑞穂市	51950.0	51253.2			50963.3	50160.1	16.4	30.4	13.9			16.4	30.3	7.1	17.6	10.8		7.0
	本巣市	35046.9	28337.5	3086.3	1595.9	13818.0	12030.8	23.0	35.0	12.0	33.6	40.1	22.1	33.8	11.3	22.2	10.8	16.7	28.2
	城南町	23804.0	22114.4			23750.8	22075.7	18.5	32.1	13.6			18.5	32.1	7.5	19.0	11.5		7.5
	北方町	18395.0	17805.8			7551.0	8458.2	18.3	32.1	13.9			12.1	31.2	7.7	19.2	11.5		5.6
	笠松町	22809.0	18523.0			22728.8	18460.2	23.8	34.9	11.1			23.8	34.9	10.8	21.8	10.9		10.8

は下呂市と比べて高齢化率が低いように見えるが、被災地域は関市の中でも中山間地域であり、高齢化率の高い地域である。本年度は、平成30年7月豪雨の被災地域の中で、研究協力の得られた関市武儀地域について先行して分析を行った。国土数値情報の浸水想定区域(2012)には、中小河川の多くは含まれないことから、今回の対象地域においても浸水ハザードについては考慮出来ていない。武儀地域における土砂災害警戒区域と、地域内の建物の分布を図1に示し、年齢別災害曝露人口の年次別推計を図2に示す。図2より人口の急激な減少が見て取れる。降雨による土砂災害からの避難では、避難行動要支援者に対する避難支援が大きな課題となっている。年齢との関係で考えると、年齢が上昇するほど要介護認定率も上昇し、特に、後期高齢者以降の年齢で要介護認定率が急増する。武儀地域では後期高齢化率が2035年に33%まで上昇することが推計されており、地域の防災減災対策もこれを踏まえて検討することが、長期的な地域の安全確保やまちづくりに有効である。

今後は、本結果を踏まえ、武儀地域の防災減災対策について検討を行うことを予定している。

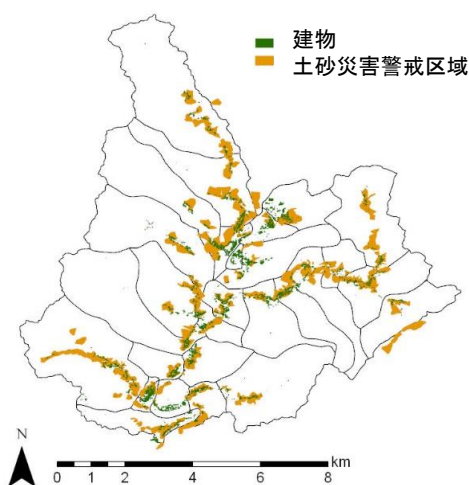


図1 武儀地域の土砂災害警戒区域

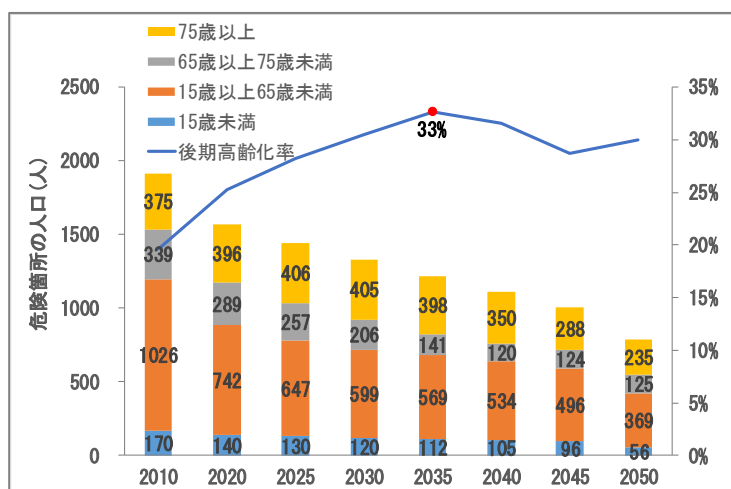


図2 武儀地域の災害曝露人口の年次推移

2. 地域の防災人材育成プログラムの開発と評価に関する研究

災害から一人一人の生命と財産を守るためには、地震災害であれば建物強度を強くしたり、家具固定を行うこと、風水害であれば、危険地域に居住しないことと早めの避難が有効である。これらは、私有財産に関わる事であったり、自由権に関わる事であったりするため、行政が強制的に対策を行うことはできない。災害対策基本法第七条2でも、住民等の責務として「自ら災害に備えるための手段を講ずるとともに、自発的な防災活動に参加する等防災に寄与するように努めなければならない」とされており、住民一人一人の対策向上が求められる。

このような状況を踏まえ、全国で一般市民を対象とした防災人材育成に関する教育・訓練が開催されている。しかし、都道府県主催の講座の56.4%、市町村主催の講座の88.6%で成果を評価する基準を持っていない³⁾。また、同じような研修内容でも、防災リーダー、防災コーディネーター、防災マスターなど、与えられる称号も、統一した基準があるわけではなく、主催者が独自に設定しているため、育成された人材がどのような人材で、何ができるのかということがわかりにくい。本研究では、岐阜県と岐阜大学が協働設置した清流の国ぎふ防災・減災センターにおける人材育成プログラムを対象として、育成すべき人材像の設定と評価のあり方について検討を行っている。これまでに、人材像の設定のためのメタルーブリックの設定、入門講座である防災リーダー育成講座（基礎編）と発展講座であるげんさい未来塾の2つの講座におけるルーブリックの設定を行ってきた。本年は、受講生についてルーブリックに基づく評価を行い、その結果に基づいて、ルーブリックの妥当性について検討を行った。

防災リーダー育成講座（基礎編）では表2に示す通り、一部の項目で平均点が評点「高い」に該当するものがあるものの、おおむね普通レベルになっており、評価基準で設定したレベルは概ね妥当であると思われる。また、受

講者属性によって得点に大きな違いがあるかどうかを確認した結果、表3に示す通り、属性別に大きな違いは見られなかった。ただし、いずれも単年度の結果のみによるものであるため、次年度以降も継続して検討する予定である。

表2 評価観点別受講生の平均得点（全体）

評価観点	スキル					人材育成	ネットワーク	企画・立案・実践
	知識			主体性				
評価項目	理解度確認クイズ	①講義内容を理解できた	④作業内容を理解できた	⑤自分から発言できた	⑥自分から行動できた	②講義内容を人々に伝えることができる	⑦参加者同士で協力して作業を行うことができた	③地域、グループ、仲間などやってもらいたいと思う人数
平均点	4.5	4.6	3.9	3.7	3.6	4.2	4.0	3.3
評価尺度	普通	高い	普通	普通	普通	高い	高い	普通

表3 評価観点別受講生の平均得点（属性別）

評価観点	スキル					人材育成	ネットワーク	企画・立案・実践
	知識			主体性				
評価項目	理解度確認クイズ	①講義内容を理解できた	④作業内容を理解できた	⑤自分から発言できた	⑥自分から行動できた	②講義内容を人に伝えることができる	⑦参加者同士で協力して作業を行うことができた	③地域、グループ、仲間などやってもらいたいと思う
行政	4.54	4.51	3.93	3.71	3.66	4.23	3.94	3.46
学校教職員	4.62	4.66	4.03	3.91	3.93	4.19	4.30	3.22
民間企業・団体	4.69	4.49	3.74	3.65	3.57	3.94	3.99	2.97
地域・自治会など	4.49	4.56	3.59	3.43	3.40	4.30	3.71	3.53
学生	4.43	4.52	4.29	3.81	3.76	4.17	4.21	2.85
その他	4.50	4.56	3.64	3.56	3.51	4.19	3.86	3.57

げんさい未来塾における、卒塾期別の平均値の評価結果（図3）をみると、卒塾時に一期生は入塾時に、既に、卒塾時に求められるレベル（図中の2以上）に達している状況である一方、三期生は、入塾時に想定されているレベル（図中の2未満）であることがわかる。また、卒塾時のレベルでは、一期生は卒塾時に求められるレベルをより高いレベルで修了している一方、三期生は概ね卒塾時に求められるレベルに到達して修了していることがわかる。ここから、げんさい未来塾のカリキュラムは、おおむね、設定（育成したい人材像）に対して妥当であると考えられる。なお、二期生は有効回答数が少ないため、参考値としてのみ扱っている。本研究により、地域の防災人材育成において、ルーブリックを活用することで育成すべき人材像の明確化と評価を行うことができること、また、その方法を示すことができた。このような手法を導入することで、全国で実施されている防災人材育成プログラムの評価を見える化することで相互のプログラムの位置づけが明確になり、防災人材の統一的な定義やレベル設定が可能になることが期待される。



(a) 入塾時

(b) 卒塾時

図3 卒塾期別入塾時と卒塾時の項目別到達度

3. 2011年東日本大震災による長期避難者の実情に関する研究

2011年に発生した東日本大震災では、2018年12月11日現在、未だ53,709人⁴⁾の人が応急仮設住宅、公営住宅、民間賃貸や親戚・知人宅での避難生活を送っている。東日本大震災では福島第一原子力発電所の事故が発生したため、避難指示区域だけではなく、それ以外の地域でも放射線の影響を恐れて自主避難する人が多数発生した。また、津波により大きな被害を受けたことにより、事故以外の理由で避難する人もいる。災害によって長期に遠距離避難を行う場合、コミュニティからの断絶や、生活基盤の喪失など、直接の被害だけでなく様々な困難に直面することとなる。現在の被災者支援では、直接的な被害に関するものが中心であるが、生活再建、よりよい復興のためには、一人一人の困難さをできる限り軽減していくことが求められる。本研究では、東日本大震災の長期避難者の実情調

査に基づいて、長期避難者の実情を明らかにし、今後の災害における支援策に資することを目的とする。

これまで京都府への避難者と、もともと京都府に在住している人を対象とした調査を行い、避難者の経済的な負担だけでなく、精神的な負担についても明らかにしてきたが、本年度は、大阪府、岡山県への避難者を対象とした調査のデータを加えた分析を行った。東日本大震災の避難者には、大きく分けて、福島第一原子力発電所の事故による危険区域とされ、強制的に避難しなければならなかった人と、それ以外の人がある。もちろん、危険区域の境界において、危険区域内か外かで放射線の影響度が急激に変化するということではない。ここで、先行研究に倣い、危険区域内からの避難者を強制避難者、危険区域外からの避難者を自主避難者と定義する。

表4に、強制避難者と自主避難者のK6 $\geq$ 5となる人の割合を示す。K6とは、アメリカのKesslerらによって、うつ病・不安障害などの精神疾患をスクリーニングすることを目的に開発された尺度である。一般住民を対象とした調査で心理的ストレスを含む何らかの精神的問題の程度を示す指標として広く利用されている。K6の得点範囲は0～24点であり、高得点ほど気分・不安障害の可能性が高いとされている。K6の値は0～4点が陰性、5～8点が軽度、9～12点が中等度、13～24点が重度のうつ傾向があるとされて⁵⁾いる。表4から、強制避難者と自主避難者では、全体的に強制避難者の方がK6 $\geq$ 5の人の割合が大きい。今回比較を行った強制避難者の母数は15であり、この結果を統計的に論じることは難しい。Kunii⁶⁾らの行った調査データを用い強制避難者のK6陽性の割合をみると、59.4%であり、本研究の自主避難者の陽性の割合53.3%に近い値であった。強制避難者と自主避難者のK6への影響については、今後も継続的に調査検討する必要がある。

表4 強制避難者と自主避難者のK6 $\geq$ 5となる人の割合

		強制避難者			自主避難者		
		母数(人)	該当数(K6 $\geq$ 5点)	割合(K6 $\geq$ 5点)	母数(人)	該当数(K6 $\geq$ 5点)	割合(K6 $\geq$ 5点)
性別	全数	15	12	80.0%	120	64	53.3%
	男性	9	7	77.8%	25	14	56.0%
	女性	6	5	83.3%	93	50	53.8%
年齢	20.30代	4	4	100.0%	38	23	60.5%
	40.50代	8	6	75.0%	68	35	51.5%
	60代以上	3	1	33.3%	12	5	41.7%
就労・雇用形態	正規雇用・自営業	6	5	83.3%	44	21	47.7%
	非正規雇用	3	2	66.7%	43	21	48.8%
	無職	4	3	75.0%	28	19	67.9%
子供の有無	あり	7	5	71.4%	95	53	55.8%
	なし	8	7	87.5%	25	11	44.0%
世帯種別	家族世帯	12	9	75.0%	70	35	50.0%
	母子・父子避難世帯	1	1	100.0%	41	25	61.0%
	単身世帯	2	2	100.0%	9	4	44.4%
世帯収入	300万円未満	4	4	100.0%	48	25	52.1%
	300万円以上	9	7	77.8%	61	33	54.1%

参考文献

- 1) 住 明正：気候変動に伴う極端気象や自然災害の増加の実態とその理由，事業構想，<https://www.projectdesign.jp/200002/dp40/002954.php>
- 2) 内閣府：平成26年版防災白書，第5章，まとめと今後の方向性，2014．http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/0b_5s_01_00.html
- 3) 総務省消防庁：参考資料1 自主防災組織等の地域防災の人材育成に関するアンケート調査（中間とりまとめ），自主防災組織等の地域防災の人材育成に関する検討会第2回資料，https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/jisyubousai-soshiki-ikusei.html
- 4) 復興庁：全国の避難者数，http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-1/20190129_hinansha.pdf，2019.01.29
- 5) Kessler RC, Barker PR, Colpe LJ, Epstein JF, Gfroerer JC, Hiripi E, et al. Screening for serious mental illness in the general population. Arch Gen Psychiatry, 60: 184-189, 2003.
- 6) Yasuto Kunii, Yuriko Suzuki, Tetsuya Shiga, Hirooki Yabe1, Seiji Yasumura, Masaharu Maeda, Shin-ichi Niwa, Akira Otsuru, Hirobumi Mashiko, Masafumi Abe: Mental Health Group of the Fukushima Health Management Survey: Severe Psychological Distress of Evacuees in Evacuation Zone Caused by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, 2016. 7.8.

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）

研究協力者：邵 慧娟（大学院学生）・Shiamita Kusuma Dewi（研究生）

平成30年度における主な研究活動は以下の通りである。

1. 産業廃棄物による土壤中汚染金属の植生への移行抑制効果に関する検討

1.1 セシウムについて

森林土壌サンプルに放射性セシウムの安定同位体であるセシウム 133 の添加によって調整されたセシウム汚染レベルが異なる3種類（0, 25, 50 mg kg⁻¹）の森林土壌に、ココナッツ殻バイオ炭、下水汚泥焼却灰、炭化汚泥をそれぞれ吸着資材（Fig.1）として添加（添加量0, 5, 10%）し、ネピアグラスを対象とした室内ポット実験を行い、実験結果よりセシウムの植生への移行を定量的に評価するとともに、3種類の吸着資材によるセシウムの森林土壌から植生への移行に対する抑制効果の比較検討を行った。

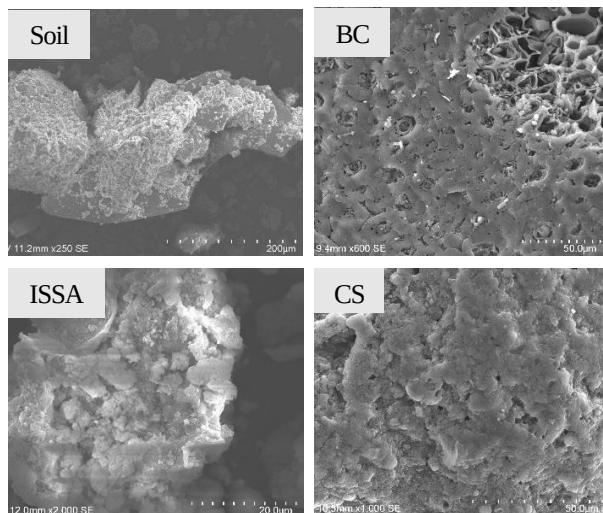


Fig. 1 SEM-based surface images of soil and three additives (BC, biochar; ISSA, incinerated sewage sludge ash; CS, carbonized sludge)

Fig.2 に示すように、セシウム濃度調整ありの場合では、吸着資材添加なしに比べて、添加ありのいずれのケースにおいても、ネピアグラスの葉、茎、根のいずれの部分へのセシウムの移行量が減少したため、吸着資材によるセシウムの移行に対する抑制効果が確認された。特に、10%を添加したココナッツ殻バイオ炭の

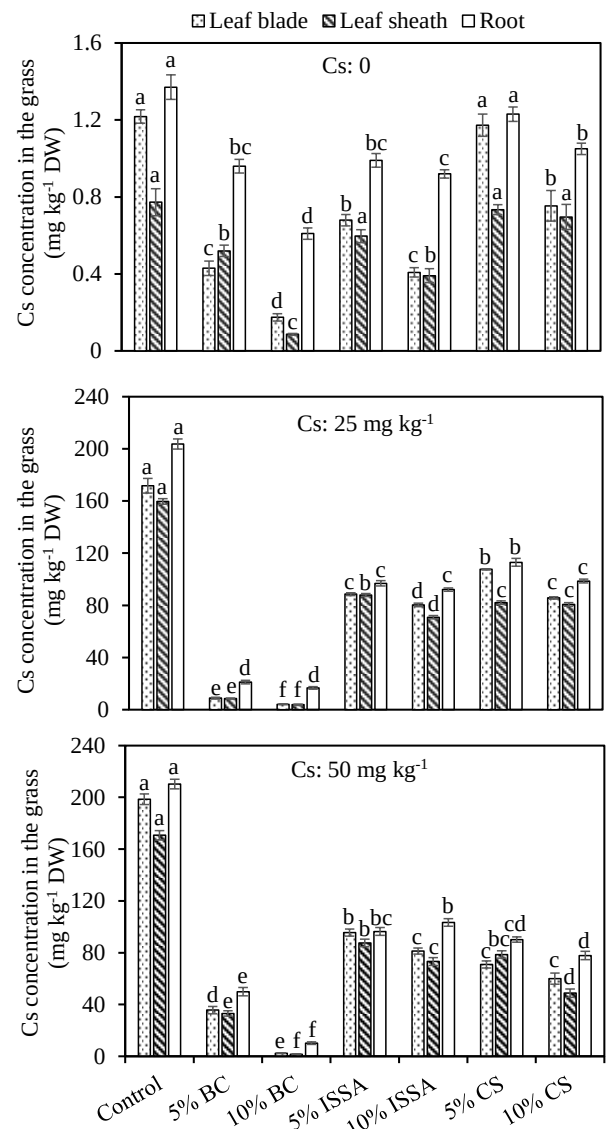


Fig.2 Accumulated Cs concentrations in different parts of grass cultivated in the soil with different Cs contamination levels and additive additions. Different letters (a-f) indicate that the observed differences are statistically significant at $p < 0.01$ between different additives in the same part of grass (BC: biochar, ISSA: incinerated sewage sludge ash, CS: carbonized sludge).

方で抑制効果が顕著であった。

また、Fig. 3 に示されるように、ネピアグラスのいずれの部分においても、セシウム濃度とカリウム濃度との間に負の相関関係がみられた。これは吸収段階で、セシウムーカリウムの間に競合が起こり、それに起因するものと考えられる。

1.2 ヒ素について

木質バイオマス焼却灰によるヒ素の植生への移行抑制と生長促進効果について、室内ポット実験に基づいて検討した。栽培用土はFig. 4 のように、市販の園芸用土と真砂土を3:2の重量割合で調合したものを用いた。

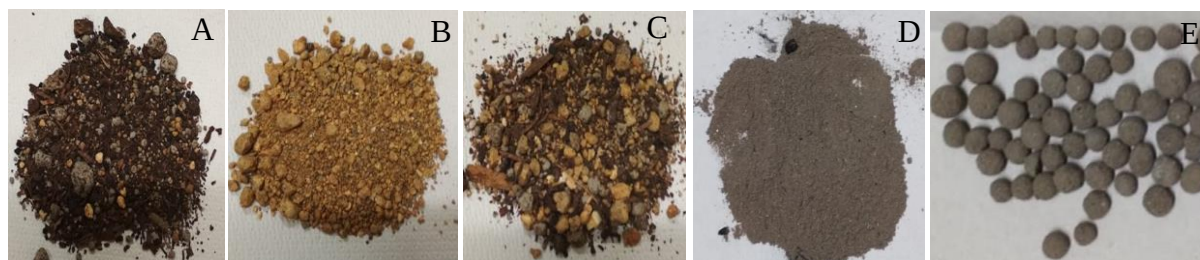


Fig. 4 Mixture (C) of two commercial products used as potting soil: Gardening soil (A) and decomposed granite soil (B) with ratio 3:2 by weight.

また、木質バイオマス焼却灰はFig. 5 に示すように、粉と粒状の2タイプを使用した。ヒ素汚染土壌を作るために、ひ酸水素二ナトリウム七水和物を用いた。実験条件に関しては、Fig. 6 のように、比較検討のために設けた木質バイオマス焼却灰添加無し（添加量0, control と称す）のケースをも含めて、合計で 56 ポットを実験ポットとしてセットし、2018年12月16日～2019年4月2日の間で小松菜を栽培した（Fig. 7）。その結果、木質バイオマス焼却灰の添加は小松菜の葉面積の成長にポジティブな影響がみられ、その影響はヒ素汚染レベルの高い（150, 300 mg/kg）方が大きいことが分かった。

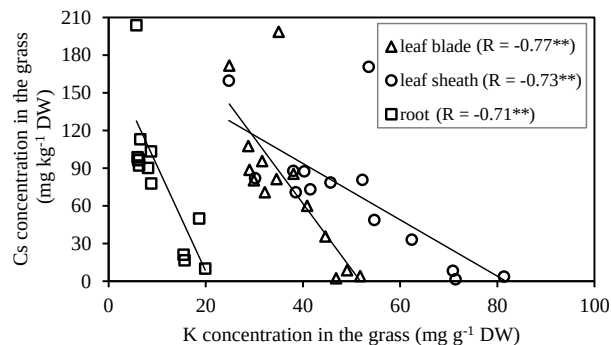


Fig. 3 Relationship between Cs and K concentration in different parts of Napier grass under different additive additions for Cs concentration contamination levels of 25 mg kg⁻¹ and 50 mg kg⁻¹. ** represents a significant correlation at $p < 0.01$. DW: dry weight, R: correlation coefficient.

Fig. 5 Wood ash used (two different shapes): Powder Ash (PA) (D) and Granular Ash (GA) (E)

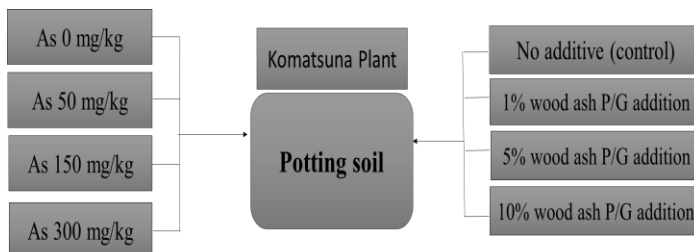


Fig. 6 Experimental design



Fig. 7 Komatsuna at different growth stages after seeding

2. 中国陝西省における重金属汚染状況の調査評価

中国陝西省には、重要な石炭基地、穀物基地、大規模なリンゴ畑など数多く保有しているため、重金属の人の健康や生態系に対する影響が懸念されている。金属の汚染状況やその空間的な分布を明らかにするために、これまでは、異なる土地利用（農林地や道路、河川沿いなど）から土壌サンプル、植生サンプルを広範囲に採取した。今後は、引き続き土壌や植生のサンプリングを行う予定である。

研究テーマ：浄化槽の真の微生物漏出リスクの解明

所 属：流域水環境リーダー育成プログラム推進室 助教
氏 名：石黒 泰
共同研究者：李 富生（流域圏科学研究センター）

浄化槽からの水路、河川などに放流される放流水には、窒素やリンといった無機成分や SS(浮遊物質)などの他に細菌などの微生物も含まれる。浄化槽では消毒槽での消毒により、放流水 1 mL 中に大腸菌群 3000 個以下という基準を満たしている。しかし、細菌の中には本来は培養可能な細菌が飢餓条件や塩ストレスなどにより VBNC 状態(生きているけれども培養できない)になり、何らかのきっかけにより再び培養可能状態となるものも存在する。本研究は、PCR 法を用いた VBNC 状態の細菌の検出法を確立し、浄化槽から環境中への微生物の漏出リスクを正確に評価すると共に、微生物の漏出リスクを減らすための基礎的な知見を得ることを目的とする。

平成 30 年度は浄化槽処理水からの VBNC 細菌の検出方法確立を行った。

1. 浄化槽処理水からの細菌 DNA の最適な抽出キットの選定

純粋培養で作成した大腸菌 (*Escherichia coli*) 懸濁液から希釈により濃度の異なる大腸菌懸濁液を作成し、5 種類の市販の DNA 抽出キット (A~E) を用いて DNA を抽出し、その濃度を比較した。DNA 濃度の測定は全細菌 (16S r RNA 遺伝子) をターゲットとしたリアルタイム PCR 法を用いて行った。

A においては、高濃度の希釈なしにおいて DNA 濃度が低くその他は大きな差はみられなかった (図 1)。低濃度である 1000 倍希釈においては、B (0.20 ng/μL)、D (0.11 ng/μL)、E (0.09 ng/μL)、C(0.05 ng/μL)、A (0.04 ng/μL) の順で DNA 濃度が高かった。また、希釈倍率と DNA 濃度の関係をみると、A の高濃度 (希釈なし) において菌濃度に対して抽出された DNA 量が少なく、抽出効率が悪いことが明らかとなった。

さらに実現場の浄化槽処理水 5 mL をろ紙でろ過し、処理水中の細菌を捕捉したろ紙から DNA の抽出を行い比較した。その結果、4 サンプルのうち 3 サンプルで D が最も高い DNA 濃度であった。また、処理水④で最も高い DNA 濃度であった E は他の 3 サンプルにおいても 2 番目に高い DNA 濃度であった。

低濃度の大腸菌懸濁液 (1000 倍希釈) で抽出 DNA の濃度が高かった B は浄化槽処理水においては低かった。このことは、B は浄化槽処理水に含まれる夾雑物の影響を受けたことが考えられる。

これらの結果から、浄化槽処理水からの DNA の抽出には DNA 抽出キット D や E が適していると考ええる。

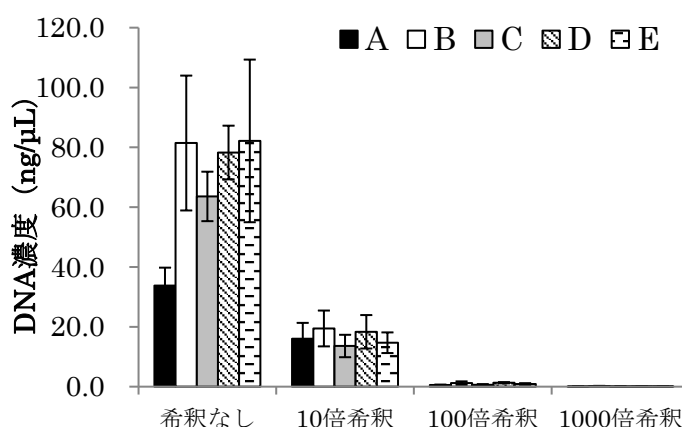


図1 大腸菌懸濁液から抽出した DNA 抽出液の DNA 濃度

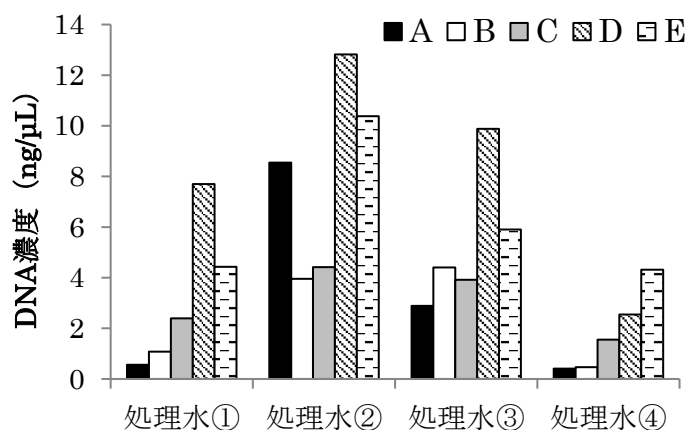


図2 浄化槽処理水から抽出した DNA 抽出液中の DNA 濃度

2. 浄化槽処理水からのリアルタイム PCR 法を用いた大腸菌 (*E. coli*) の検出

大腸菌 (*E. coli*) は飲料水の衛生上の適否判断のための指標細菌であり、本研究においても大腸菌をモデル細菌として、室内実験を行う予定である。そのため、リアルタイム PCR 法を用いた検出は本研究において必須である。そこで、これまでに報告されている 4 種のインターカレーター法のプライマーペアおよび TaqMan 法のプライマーおよびプローブの組み合わせ 1 組（表 1）から、適するものを選定した。

表 1 本研究で使用したプライマーおよびプローブ

Function	Name	Sequence (5'–3')	Tm (°C)	References
<i>Intercalator method</i>				
Forward primer	UAL	TGGTAATTACCGACGAAAACGGC	69.2	Suwalee Tantawiwat et al. (2005)
Reverse primer	UAR	ACGCGTGGTTACAGTCTTGCG	69.3	Suwalee Tantawiwat et al. (2005)
Forward primer	UAL1939b	ATGGAATTTCCGCCGATTTTGC	68.6	Leo Heijnen and Gertjan Medema(2006)
Reverse primer	UAL2105b	ATTGTTTGCCTCCCTGCTGC	68.5	Leo Heijnen and Gertjan Medema(2006)
Forward primer	IEC-UP	CAATTTTCGTGTCCCTTCG	66.3	Izhar U.H. Khan et al. (2007)
Reverse primer	IEC-DN	GTTAATGATAGTGTGTCGAAAC	55.3	Izhar U.H. Khan et al. (2007)
Forward primer	TEcol553	TGGGAAGCGAAAAATCCTG	63.7	Andrée F.Maheux (2009)
Reverse primer	TEcol754	CAGTACAGGTAGACTTCTG	49	Andrée F.Maheux (2009)
<i>TaqMan method</i>				
Forward primer	784F	GTGTGATATCTACCCGCTTCGC	66.5	Frahm, E. and Obst, U. (2003)
Reverse primer	866R	AGAACGGTTTGTGTTAATCAGGA	66.3	Frahm, E. and Obst, U. (2003)
Probe	EC807	FAM-TCGGCATCCGGTCAGTGGCAGT-TAMRA	77	Frahm, E. and Obst, U. (2003)

使用したプライマーのうち、インターカレーター法の 4 種のプライマーペアはいずれも、DNA 溶液の代りに滅菌水を用いたコントロールにおいて蛍光の増加が確認された。融解曲線分析の結果、プライマーダイマーや人食い反応による蛍光の増加の可能性が示された。いっぽうで、TaqMan 法を用いた場合においては、コントロールにおいて蛍光の増加は確認されなかった。また、増幅効率も 98.4%であったことから、TaqMan 法のプライマー 784F、866R、プローブ EC807 の組み合わせが、大腸菌の検出に最適であると判断した。

さらに、選定したプライマーおよびプローブを用いたリアルタイム PCR 法を用いた大腸菌の定量を実現場の浄化槽の処理水でも行い、実サンプルでの定量に使用可能なことを確認した。

3. PCR 法を用いた生菌の検出方法の確立

PCR 法での微生物の検出は遺伝子検出法には死菌由来 DNA も検出するという課題がある。しかし、選択的膜透過性色素である propidium monoazide (PMA) を前処理に組み合わせることにより生きている菌のみの定量が可能となる。本研究では浄化槽の処理水から生菌のみを検出するための最適な前処理法の検討を行った。処理試薬として従来の PMATMよりも死細胞を効率的に排除できるといわれる PMAxxTM (Biotium 社) を用い、その最適な処理方法を検討した。

細菌濃度の低い水サンプルの場合は PMAxxTMを処理する際に試料水中の細菌を集菌し、処理を行う必要がある。そこで、3 種類の異なるフィルターを用いて集菌し、フィルター上で PMAxxTM処理を行う方法および遠心分離を用いて集菌し、高濃度の細菌懸濁液に PMAxxTM処理を行う方法を比較した結果、遠心分離を用いた集菌法が適していることが明らかとなった。また、PMAxxTMの最適な処理濃度は 12.5 mM もしくは 25 mM であることが明らかとなった。この方法と従来の培養法を組み合わせることで VBNC 細菌の定量が可能となる。

今後は実現場の浄化槽における VBNC 細菌の定量を行い、浄化槽内や放流水中の VBNC 細菌の存在量を明らかにする予定である。

研究テーマ： 気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響と 気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の評価

所 属： 共同研究支援室 特任助教

氏 名： 丸谷 靖幸

共同研究者： 原田 守啓（流域圏科学研究センター）・伊東 瑠衣（気象業務支援センター）・川瀬 宏明
（気象研究所）・大楽 浩司（防災科学技術研究所）・佐々木 秀孝（気象研究所）

平成 30 年度に実施した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. 気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響

概要

近年、平成 28 年 8 月北海道豪雨災害や平成 29 年 7 月九州北部豪雨といった豪雨災害の数が増加するなど、世界中において気候変動による影響と思われる降水パターンの変化などが現れてきており、既往最大や想定外という言葉が報道される機会が増加してきた。このような気候変動の影響は、我々が生活する流域圏において非常に大きな被害をもたらしており、既往最大クラスの台風の上陸による、想定外の洪水発生による住環境や産業への被害が生じている。そのため、持続可能な流域圏を考えるには、気候変動などの影響も考慮した水循環と人間活動の影響を定量的に評価する必要がある。

気候変動影響評価研究には大気大循環モデル（General Circulation Models）が一般的に広く利用されている。GCMs は大気モデルあるいは大気・海洋結合モデルであるため、高解像度のモデルで数 10 km、一般的なモデルで数 100 km の空間解像度で計算される。数 10 km の解像度であれば、流域を数点から数 10 点のグリッドのデータを利用することが出来るものの、数 100 km の解像度では流域の大きさにもよるが、1 点のグリッドデータのみで流域を覆ってしまうことになる。それにより、標高依存性や地形の起伏に伴う気温や降水量の変化などを考慮した、流域スケールでの気候変動影響評価を行うことは困難となる。そのため、ある流域における気候変動影響評価を行うには、高空間解像度のグリッドデータを用いる必要があり、例えば領域気候モデルを用いた力学ダウンスケーリング実験（力学 DS 実験）を適用し、適切な分解能の降水分布を作成する必要がある。しかし、力学 DS 実験では、標高などの地形情報等も高解像度化される一方で、計算コストが大きく増大するため、どの程度解像度を高める必要があるか検討することは重要である。ただし流出解析への適用を目的とした力学 DS 実験による高解像度化は、標高などの地形情報等が領域気候モデルの応答に与える影響といった気候モデルの不確実性や降雨分布を流出モデルへ入力した際の水文過程へ与える影響も把握した上で実施する必要がある。

そこで本研究では、【実験 1】再解析データ JRA-55 を力学 DS 実験することで空間解像度を変化させ、その結果を流出解析へ利用することで、力学 DS 実験で用いられる領域気候モデルが洪水流出へ与える影響の評価、【実験 2】力学 DS 実験による最も高解像度の降雨分布（本研究では 1 km）を段階的に粗視化し（粗視化実験）、流出モデルへ入力することで降雨分布の空間解像度が水文過程へ与える影響の評価、を実施した。

結論

- 1) 力学 DS 実験による降雨分布の比較を行った結果、高解像度化することで、観測値の降雨を再現出来ることが分かった。また、観測値と力学 DS 実験による流域平均累積降雨量に対する wilcoxon の順位検定を適用した結果、DS2 km、DS1 km では観測値と有意な差がなく定量的に再現出来ていることが確認された。
- 2) 力学 DS 実験結果を用いた流出解析では、DS2 km、DS1 km のピーク流量は最大 30%程度の差は存在するものの、ほぼ同様な傾向を示した。観測値および力学 DS 実験によるピーク流量に対して wilcoxon の順位検定を適用した結果、DS2 km、DS1 km とともに観測値と有意な差はなく、定量的に再現出来ていることが分かった。

- 3) JRA-55 DS1 km の降雨分布を段階的に粗視化した流出解析を行い、降雨分布の空間解像度の違いが分布型流出モデルによる洪水予測へ与える影響について検討した結果、降雨分布の空間解像度がピーク流量へ与える影響は力学 DS 実験による空間解像度の違いと比較して小さいことが確認された。

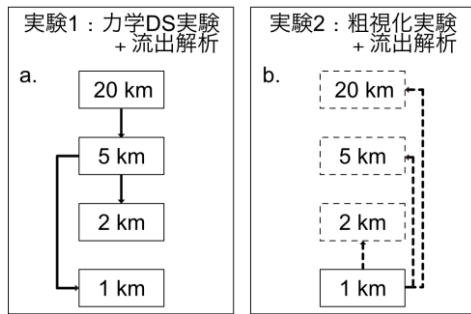


図1 実験設定。(a) 実験1, (b) 実験2。

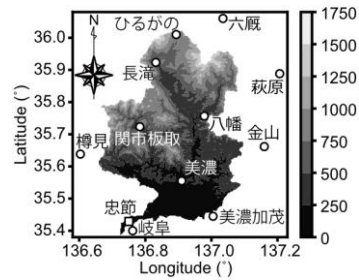


図2 長良川流域と流量および Amedas 観測地点。
□：流量観測地点, ○：Amedas 観測地点（単位は m）。

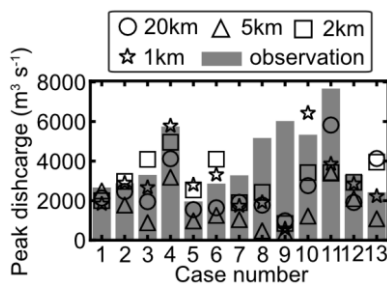


図3 各洪水イベントにおける JRA-55 DS20 km, DS5 km, DS2 km, DS1 km 実験を用いた流出計算結果および観測値によるピーク流量の比較（実験1）

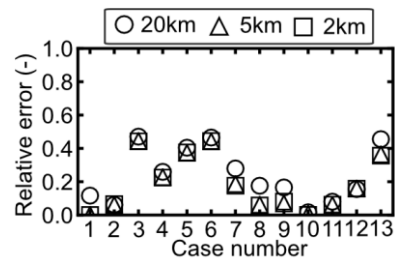


図4 各洪水イベントにおける JRA-55 DS1 km を真値とした DS1 km をベースに粗視化した 2 km, 5 km および 20 km のピーク流量の相対誤差（実験2）。

2. 気候変動影響評価に向けた気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の評価

概要

気候モデルを用いた気候変動影響評価を行うには、以下の3つの問題を評価する必要がある。1つ目は気候モデルの非線形応答による不確実性の理解である。例えば力学ダウンスケーリング実験（力学DS実験）を用いたGCMsの高空間解像度化に伴う降雨量や降雨分布の変化についての評価が必要となる。一方で、力学DS実験は計算コストが大きく増大されるため、どの程度解像度を高める必要があるかも検討が必要である。2つ目は洪水予測を行う際の入力データとなる降雨の空間分布が洪水予測に与える影響の理解である。3つ目は例えば気候変動影響評価に利用される影響評価モデル（洪水予測の場合は流出モデル）の不確実性の評価が必要である。

前章で報告した研究において、2点目の降雨の空間分布が洪水予測に与える影響について検討しており、降雨分布の空間解像度がピーク流量へ与える影響は力学DS実験による空間解像度の違いと比較して小さいことを示した。しかし、1点目（気候モデルの非線形応答による降雨分布の不確実性）と3点目（気候変動影響評価に利用される影響評価モデルの不確実性）について議論されていない。ただし、一般的に気候変動影響評価研究では、現在気候および将来気候における気候モデル予測値を利用されるが、この場合、気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の議論は、それらによる結果のばらつきに関する評価のみとなってしまう。つまり、気候モデルや影響評価モデルが持つ不確実性（モデルが表現する気象場や流出機構の再現性）を評価することは困難である。

そこで本研究では、上述した不確実性の内、再現性という点に着目し、①気候モデルの非線形応答による降雨分布の再現性、および②気候変動影響評価に利用される影響評価モデルの再現性を明らかにするため、分布型流出モデルおよび貯留関数法流出モデルによる洪水解析を行い、考察を行うことを目的とする。これにより、流域スケール

ルにおける気候変動影響評価に必要な GCMs の空間解像度および影響評価に推奨される数値モデルを提案可能となる。なお本研究では、前章と同様に GCMs による降雨データを直接利用せず、過去の事例の評価にも利用可能である、再解析データ JRA-55 を境界値とした力学ダウンスケーリング実験（力学 DS 実験）による降雨データを利用した。これにより、再解析データを利用することで真値（観測値）との比較が出来るため、どのような洪水事例（降雨分布）の場合に、どの程度の空間解像度まで DS する必要があるかといった検討も可能となる。

結論

- 1) 気候変動影響評価のための力学 DS 実験を行うイベントの検討には、まず境界条件（DS5 km では DS20 km）となる解像度における降雨分布および気象条件（台風、前線や低気圧など）の確認が重要であることが分かった。
- 2) 分布型流出モデル（DHM）と貯留関数法流出モデル（SFM）によるピーク流量は概ね同様な傾向を示すことが分かった。
- 3) Moran の I 統計量および流域平均累積降雨量およびピーク流量の RMSE を計算した結果、ピーク流量の推定値には気候モデルよりも影響評価モデル（流出モデル）が大きな影響を及ぼしている可能性が示唆された。
- 4) SFM と DHM では、表面流出や中間流、河道流等の水文過程の計算方法等が異なる。そのため、流域平均雨量が同じ場合であっても、降雨の空間分布が異なることにより、ピーク流量の計算結果に差が生じる可能性が示唆された。しかし、DHM は降雨分布を適用可能ではあるが、SFM と比較して計算時間を要する。そのため、気候変動影響評価を行う際、例えば d4PDF など多くの気候データを利用する場合などにおける流出モデルの選択は、降雨分布や気候データ数、計算所要時間なども確認した上で検討する必要があることが示唆された。

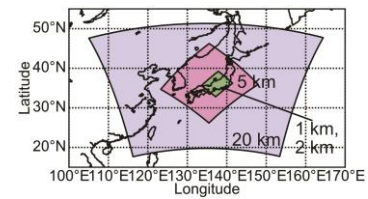


図5 力学 DS 実験におけるネスティングの概略図。
(2 km と 1 km の領域は同じである)

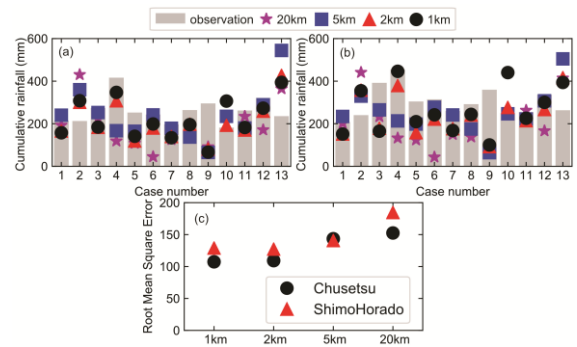


図6 各洪水イベントにおける JRA-55 DS20 km, DS5 km, DS2 km, DS1 km 実験および観測値の忠節と下洞戸に対する流域平均累積降雨量の比較。(a) 忠節, (b) 下洞戸, (c) 平均二乗誤差 (RMSE)。

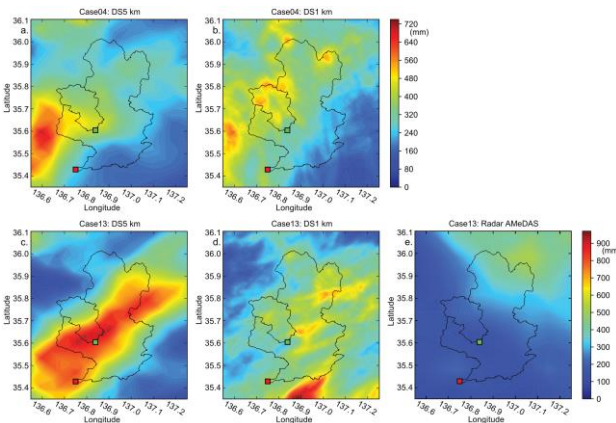


図7 長良川流域周辺における Case04 および Case13 における JRA-55 DS5 km と DS1 km 実験の累積降雨量（単位は mm）。(a) Case04 DS5 km, (b) Case04 DS1 km, (c) Case13 DS5 km, (d) Case13 DS1 km, (e) Case13 気象庁レーダーアメダス解析雨量。（緑口：下洞戸，赤口：忠節を示す）

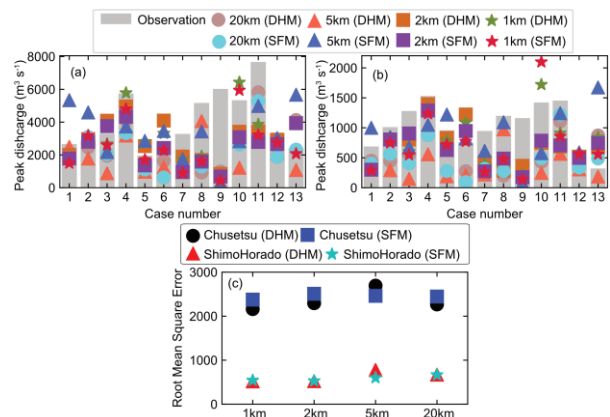


図8 各洪水イベントにおける分布型流出モデルと貯留関数法流出モデルによる JRA-55 DS20 km, DS5 km, DS2 km, DS1 km 実験および観測値のピーク流量と最小二乗誤差 (RMSE)。 (a) 忠節, (b) 下洞戸, (c) RMSE。

（２）教員の研究活動・社会活動

氏名： 大塚 俊之

発表論文

1. Kida M, Fujitake N, Suchewaboripont V, Pongparn S, Tomotsune M, Kondo M, Yoshitake S, Iimura Y, Kinjo K, Maknual C and Ohtsuka T (2018) Contribution of humic substances to dissolved organic matter optical properties and iron mobilization. *Aquatic Sciences* 80, 26: <https://doi.org/10.1007/s00027-018-0578-z>
2. Tomotsune M, Yoshitake S, Iimura Y, Kida M, Fujitake N, Koizumi H and Ohtsuka T (2018) Effects of soil temperature and tidal condition on variation in carbon dioxide flux from soil sediment in a subtropical mangrove forest. *Journal of Tropical Ecology* 34, 268-275 DOI: 10.1017/ S026646741800024X
3. Ohtsuka T, Tomotsune M, Suchewaboripont V, Iimura Y, Kida M, Yoshitake S, Kondo M and Kinjo K (2019) Stand dynamics and aboveground net primary productivity of a mature subtropical mangrove forest on Ishigaki Island, south-western Japan. *Regional Studies in Marine Science* 27, <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100516>

学会発表

1. 大塚俊之、大西健夫、吉竹晋平、荒井秀、友常満利、藤嶽暢英、木田森丸、近藤美由紀、飯村康夫、金城和俊 (2018) 「石垣島吹通川マングローブ林における炭素循環と生態系純生産量」 日本地球惑星科学連合 2018 年大会 5 月 24 日（幕張・千葉）
2. 吉竹晋平、近藤美由紀、大西健夫、友常満利、金城和俊、大塚俊之 (2018) 「石垣島マングローブ林内河川水中における溶存態無機炭素(DIC)濃度の時空間変動」 日本地球惑星科学連合 2018 年大会 5 月 24 日（幕張・千葉）
3. 大西健夫、吉竹晋平、友常満利、近藤由紀、藤嶽暢英、木田森丸、金城和俊、大塚俊之 (2018) 「マングローブ林における炭素動態定量的のための水・物質動態モデリング」 日本地球惑星科学連合 2018 年大会 5 月 24 日（幕張・千葉）
4. Chen S, Cao R, Yoshitake S, Ohtsuka T (2018) Stemflow generation and dissolved organic matter properties related to the tree size and rainfall characteristics in a subtropical evergreen broad-leaved forest in Central Japan. *Proceedings of International Symposium on animal production and conservation for Sustainable Development 2018 UGSAS-GU & BWEL joint poster session on Agricultural and Basin Water Environmental Science.*, P82–83, Gifu. 18 October
5. Cao R, Chen S, Yoshitake S, Ohtsuka T (2018) Estimation on nitrogen deposition into Takayama forest over three years. *Proceedings of International Symposium on animal production and conservation for Sustainable Development 2018 UGSAS-GU & BWEL joint poster session on Agricultural and Basin Water Environmental Science.*, P92–93, Gifu. 18 October
6. 鈴木莉央奈・曹若明・陳思宇・吉竹晋平・大塚俊之 (2018) 「金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量の推定」 2018 年度生態学会中部地区会、11 月 25 日岐阜（岐阜大学）
7. 荒井秀・友常満利・吉竹晋平・大西健夫・大塚俊之(2018) 「マングローブ林における従属栄養生物

呼吸の推定」2018年度生態学会中部地区会、11月25日岐阜（岐阜大学）

8. Islam R, Yoshitake S, Ohnishi T, Iimura Y, Ohtsuka T (2018) Dynamics of dissolved organic carbon (DOC) and soil carbon sequestration in a deciduous forest. 2018年度生態学会中部地区会、11月25日岐阜（岐阜大学）
9. Cao R, Chen S, Yoshitake S, Ohtsuka T (2019) Nitrogen deposition and canopy exchange in a deciduous broad-leaved forest (Takayama Forest). 第66回日本生態学会大会3月17日 神戸国際会議場（神戸）
10. Chen S, Cao R, Yoshitake S, Ohtsuka T (2019) The Contributions of Dissolved Organic Carbon (DOC) Input to the Soil of Lucidophyllous Forest in Central Japan. 第66回日本生態学会大会3月17日 神戸国際会議場（神戸）
11. 近藤美由紀, 飯村康夫, 吉竹晋平, 藤嶽暢英, 大塚俊之 (2019) 「白山山麓のブナ成熟林における土壌有機炭素の蓄積速度の推定」第66回日本生態学会大会3月18日 神戸国際会議場（神戸）
12. 吉竹晋平, 陳思宇, 大塚俊之 (2019) 「冷温帯落葉広葉樹林において樹幹流が土壌圏の炭素動態と微生物群集に及ぼす影響」第66回日本生態学会大会3月18日 神戸国際会議場（神戸）
13. Ohtsuka T, Suzuki R, Kunieda S, Cao R, Chen S, Yoshitake S (2019) Net ecosystem production in a mature lucidophyllous forest (*Castanopsis cuspidata*), central Japan. 第66回日本生態学会大会3月18日 神戸国際会議場（神戸）
14. 友常満利・小山悠太・吉竹晋平・秋場遥輔・加藤夕貴・小泉博・大塚俊之 (2019) 「冷温帯落葉広葉樹林におけるドローンを用いた森林構造の検出」第66回日本生態学会大会3月18日 神戸国際会議場（神戸）

教育活動

・担当科目

全学共通教育： 人の営みと環境

応用生物科学部： 生態系生態学

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

・指導学生

博士後期課程： 2名（うち、外国人留学生2名）

博士前期課程： 2名（うち、外国人留学生1名）

学部卒業研究： 1名（うち、外国人留学生0名）

研究生： 1名（うち、外国人留学生1名）

・非常勤講師

首都大学東京・都市環境学部非常勤講師 「地理環境科学特論 I」

社会活動

・岐阜市都市計画審議会委員

学協会活動

- ・日本生態学会 Ecological Research, Associate Editor-in-Chief
- ・日本生態学会中部地区会会長

講演活動等

- ・月刊ぎふ咲楽 2018 年 5 月号 コラム「人間の歴史とともに変化してきた森林の姿」

受賞

- ・生態学会中部地区会「優秀ポスター賞」「金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量の推定」
2018 年 11 月 25 日（岐阜）

氏名： 吉竹晋平

発表論文

1. Nagai S., Saitoh T.M., Yoshitake S. (in press) Cultural ecosystem services provided by flowering of cherry trees under climate change: a case study of the relationship between the periods of flowering and festivals. *International Journal of Biometeorology* (in press).
2. Ohtsuka T., Tomotsune M., Suchewaboripont V., Iimura Y., Kida M., Yoshitake Y., Kondo M., Kinjo K. (2019, in press) Stand dynamics and aboveground net primary productivity of a mature subtropical mangrove forest on Ishigaki Island, south-western Japan. *Regional Studies in Marine Science* **27**: 100516.
3. Tomotsune M., Yoshitake S., Iimura Y., Kida M., Fujitake N., Koizumi H., Ohtsuka T. (2018) Effects of soil temperature and tidal condition on variation in carbon dioxide flux from soil sediment in a subtropical mangrove forest. *Journal of Tropical Ecology* **34**: 268–275.
4. Nagai S., Akitsu T., Saitoh T.M., Busey R.C., Fukuzawa K., Honda Y., Ichie T., Ide R., Ikawa H., Iwasaki A., Iwao K., Kajiwara K., Kang S., Kim Y., Khoon K.L., Kononov A.V., Kosugi Y., Maeda T., Mamiya W., Matsuoka M., Maximov T.C., Menzel A., Miura T., Mizunuma T., Morozumi T., Motohka T., Muraoka H., Nagano H., Nakai T., Nakaji T., Oguma H., Ohta T., Ono K., Punga R.A.S., Petrov R.E., Sakai R., Schunk C., Sekikawa S., Shakhmatov R., Son Y., Sugimoto A., Suzuki R., Takagi K., Takanashi S., Tei S., Tsuchida S., Yamamoto H., Yamasaki E., Yamashita M., Yoon T.K., Yoshida T., Yoshimura M., Yoshitake S., Wilkinson M., Wingate L., Nasahara K.N. (2018) 8 million phenological and sky images from 29 ecosystems from the Arctic to the tropics: the Phenological Eyes Network. *Ecological Research* **33**: 1091–1092.

学会発表

1. 吉竹晋平・陳思宇・大塚俊之（2019）冷温帯落葉広葉樹林において樹幹流が土壌圏の炭素動態と微生物群集に及ぼす影響．第 66 回日本生態学会大会， 2019 年 3 月，神戸．
2. 南埜幸也・藤嶽暢英・吉竹晋平・鈴木武志・友常満利（2019）暖温帯コナラ林におけるバイオチャー散布がリター分解に及ぼす影響．第 66 回日本生態学会大会， 2019 年 3 月，神戸．
3. 友常満利・小山悠太・吉竹晋平・秋場遥輔・加藤夕貴・小泉博・大塚俊之（2019）冷温帯落葉広葉樹林におけるドローンを用いた森林構造の検出．第 66 回日本生態学会大会， 2019 年 3 月，神戸．
4. 近藤美由紀・飯村康夫・吉竹晋平・藤嶽暢英・大塚俊之（2019）白山山麓のブナ成熟林における土壌有機炭素の蓄積速度の推定．第 66 回日本生態学会大会， 2019 年 3 月，神戸．
5. Chen S., Cao R., Yoshitake S., Ohtsuka T. (2019) The Contributions of Dissolved Organic Carbon (DOC) Input to the Soil of Lucidophyllous Forest in Central Japan. 第 66 回日本生態学会大会， 2019 年 3 月，

神戸.

6. Ohtsuka T., Suzuki R., Kunieda S., Cao R., Chen S., Yoshitake S. (2019) Net ecosystem production in a mature lucidophyllous forest (*Castanopsis cuspidata*), central Japan. 第66回日本生態学会大会, 2019年3月, 神戸.
7. Cao R., Chen S., Yoshitake S., Ohtsuka T. (2019) Nitrogen deposition and canopy exchange in a deciduous broad-leaved forest (Takayama Forest). 第66回日本生態学会大会, 2019年3月, 神戸.
8. 荒井秀・友常満利・吉竹晋平・大西健夫・大塚俊之 (2018) マングローブ林における従属栄養生物呼吸の推定. 2018年度日本生態学会中部地区大会, 2018年11月, 岐阜.
9. 鈴木莉央奈・曹若明・陳思宇・吉竹晋平・大塚俊之 (2018) 金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量の推定. 2018年度日本生態学会中部地区大会, 2018年11月, 岐阜.
10. 吉竹晋平・近藤美由紀・大西健夫・友常満利・金城和俊・大塚俊之 (2018) 石垣島マングローブ林内河川水中における溶存態無機炭素 (DIC) 濃度の時空間変動. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉.
11. 大西健夫・吉竹晋平・友常満利・近藤美由紀・藤嶽暢英・木田森丸・金城和俊・大塚俊之 (2018) マングローブ林における炭素動態定量のための水・物質動態モデリング. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉.
12. 大塚俊之・大西健夫・吉竹晋平・荒井秀・友常満利・藤嶽暢英・木田森丸・近藤美由紀・飯村康夫・金城和俊 (2018) 石垣島吹通川マングローブ林における炭素循環と生態系純生産量. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉.

受賞

1. 日本生態学会中部地区大会ポスター賞 (共著)
鈴木莉央奈・曹若明・陳思宇・吉竹晋平・大塚俊之 (2018) 金華山の常緑広葉樹林における生態系純生産量の推定. 2018 年度日本生態学会中部地区大会, 2018 年 11 月, 岐阜.

氏名： 景山 幸二

論文

1. Feng, M., A. Nukaya, M. Satou, N. Fukuta, Y. Ishiguro, H. Suga and K. Kageyama: Use of LAMP detection to identify potential contamination sources of plant pathogenic *Pythium* species in hydroponic culture systems of tomato and eustoma. Plant Disease 102:1357-1364, 2018.
2. Afandi, A., E. Murayama, Yin-Ling, A. Hieno, H. Suga and K. Kageyama: Population structures of the water-borne plant pathogen *Phytophthora helicoides* reveal its possible origins and transmission modes in Japan. PLOS ONE 13(12): e0209667. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209667>, 2018.
3. Ling, Y., Xia, J., Kageyama, K., Zhang, X., Li, Z.: First Report of Damping-Off Caused by *Pythium arrhenomanes* on Rice in China. Plant Disease 102: 2382, <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0113-PDN>, 2018.
4. Suga, H., Arai, M., Fukazawa, E., Motohashi, K., Nakagawa, H., Tateishi, H., Fuji, S., Shimazu, M,

Kageyama, K., Hyakumachi, M.: Genetic Differentiation Associated with Fumonisin and Gibberellin Production in Japanese *Fusarium fujikuroi*. Appl. Environ. Microbiol. 85: e02414-18, 2018.

5. Bi, X, Hieno, A., Otsubo, K., Kageyama, K., Liu, G., Li, M.: A multiplex PCR assay for three pathogenic *Phytophthora* species related to kiwifruit diseases in China. J. Gen. Plant Path. 85: 12-22, 2019.

総説

1. 景山幸二：野菜類の疫病の生態と防除. 植物防疫 72：791-795, 2018.

学会発表

1. 稲垣 晋・長浜拓弥・今崎伊織・藤 晋一・柘植尚志・清水将文・景山幸二・須賀晴久：稲ばか苗病菌 *Fusarium fujikuroi* の G グループと F グループのジベレリン産生力の違いの原因遺伝子解明. 日植病報 84:25, 2018.
2. 須賀晴久・川畑文子・清水将文・景山幸二：稲ばか苗病菌 *Fusarium fujikuroi* のチオファネートメチル耐性と $\beta 2$ チューブリン遺伝子の変異. 日植病報 84:25, 2018.
3. 林 美希・須賀晴久・景山幸二：Pythium および Phytophythium 属菌によるセダム根腐病（新称）. 日植病報 84:32, 2018.
4. 守田航馬・景山幸二・須賀晴久：Pythium irregulare のマイクロサテライトマーカーの作出. 日植病報 84:37-38, 2018.
5. 山田健介・須賀晴久・景山幸二：Pythium 属菌分子系統クレード J に属する造卵器にとげを持つ種の識別. 日本菌学会第 62 回大会，信州大，2018.
6. Afandi, A., C. Borjigen, C., Otsubo, K., Fuji, S., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Population genetics analysis on *Pythium aphanidermatum* revealing the source of infection. 日本菌学会第 62 回大会，信州大，2018.
7. 守田航馬・大坪佳代子・日恵野綾香・佐藤 衛・須賀晴久・景山幸二：マイクロサテライト解析によるトルコギキョウ水耕栽培施設における *Pythium irregulare* の侵入経路の解明. 日本菌学会第 62 回大会，信州大，2018.
8. Afandi, A., C. Borjigen, C., Otsubo, K., Fuji, S., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Population genetics analysis of *Pythium myriotylum* and *Pythium aphanidermatum* in Japan. ICPP, Boston, USA, 2018.
9. Feng, W., Suga, H., Kageyama, K.: Use of LAMP detection to identify potential contamination sources of *Pythium irregulare* in hydroponic culture system of eustoma. ICPP, Boston, USA, 2018.
10. Hieno, A., Otsubo, K., Suga, H. and Kageyama, K.: Specific detection of quarantine species, *Phytophthora ramorum*, *P. kernoviae*, and *P. lateralis* by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay. ICPP, Boston, USA, 2018.
11. 水谷文哉・西岡友樹・須賀晴久・景山幸二・清水将文：根圏 *Flavobacterium* および *Chryseobacterium* の植物生育促進特性. 日本土壌微生物学会 2018 年度大会，広島大，2018.
12. 奥村理奈・井川真帆・平田由紀・清水将文・景山幸二・須賀晴久：ムギ類赤かび病菌の第一染色体における病原性関連領域の詳細マッピング. 日植病報 84:179, 2018.
13. 日恵野綾香・大坪佳代子・須賀 晴久・景山 幸二: Quenching-loop-mediated isothermal amplification (Q-LAMP)法による *Phytophthora* 属菌および *P. nicotianae* の同時検出. 日植病報 84:191-192, 2018.
14. 植松清次・久保周子・田中千華・森山裕充・景山幸二：ヤグルマギク，デモルフォセカに発生し

た疫病（新称）. 日植病報 84:209, 2018.

15. Masanto, Hieno, A., Wibowo, A., Subandiyah, W., Shimizu, M., Suga, H. and Kageyama, K.: Genetic diversity of *Phytophthora palmivora* causing cocoa pod rot in Indonesia. 日植病報 84:258, 2018.
16. Afandi, A., Murayama, E., Hieno, A., Suga, H. and Kageyama, K.: Comparison of population structure of *Phytophthora helicoides* in Aichi and Shizuoka Prefectures. 日植病報 84:258, 2018.
17. 須賀晴久・Sultana Sharmin・勝 友美・清水将文・景山幸二: *Fusarium fujikuroi* のフモニシン非産生系統 (G 系統) の FUM6 遺伝子に見られる挿入配列について. マイコトキシン学会, サンピアンかわさき, 神奈川, 2018.
18. Feng, W., Otsubo, K., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Mating-type diversity in *Phytophthora colocasiae* causing leaf-blight of taro in Japan. UGSAS-GU & BWELL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, Gifu Univ., Gifu, 2018.10.
19. Sultana, S., Kitajima, M., Kobayashi, H., Yamaguchi, R., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: Frequency of FUM21 mutation causing fumonishin non-producibility in *Fusarium fujikuroi* strains. UGSAS-GU & BWELL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, Gifu Univ., Gifu, 2018.10.
20. 升屋勇人・田端雅進・市原 優・景山幸二: 国産漆の新たな脅威・*Phytophthora cinnamomi*. 第 131 回日本森林学会大会, 名古屋大, 愛知, 2019.03.
21. 平原大地・坂本源起・安井晋示・景山幸二: 沿面放電液中プラズマの *Pythium* 属菌遊走子への殺菌効果. 平成 31 年電気学会全国大会, 北海道科学大学, 北海道, 2019.03.
22. Feng, W., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Microsatellite analysis of *Phytophthora colocasiae* causing leaf blight of taro in Japan. 第 3 回流域圏保全研究推進セミナー, 岐阜大, 岐阜, 2019.03.
23. Hieno, A., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Simple identification of *Phytophthora* species by using PCR-RFLP. 第 3 回流域圏保全研究推進セミナー, 岐阜大, 岐阜, 2019.03.
24. 山田健介・須賀晴久・景山幸二: *Pythium* 属分子系統クレード J に属する種の分類. 第 3 回流域圏保全研究推進セミナー, 岐阜大, 岐阜, 2019.03.
25. 飯島大智・日恵野綾香・大坪佳代子・須賀晴久・景山幸二: 森林土壌および河川から分離された卵菌類. 第 3 回流域圏保全研究推進セミナー, 岐阜大, 岐阜, 2019.03.

教育活動

・ 担当科目

全学共通教育: 教養の環境学 (生物の多様性と人間社会), 現代環境学 (人の営みと環境)

応用生物科学部: 微生物学、応用植物科学実験実習

自然科学技術研究科: 先端環境科学特論、植物保護学特論

・ 指導学生

博士課程: 2 名 (うち、外国人留学生 2 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

学協会活動

- ・ 日本植物病理学会評議員
- ・ 日本植物病理学会編集委員
- ・ 日本菌学会代議員
- ・ 日本菌学会編集委員
- ・ 日本菌学会授賞者および授賞論文選考委員会委員長

講演

- ・ 景山幸二： *Pythium* 属菌、生活様式がわかると病害防除の視点が見えてくる．日本土壌微生物学会 2018年度大会，広島大，広島，2018.
- ・ Kageyama, K.: *Phytophthora* and other oomycetes diversity in cultivated and natural environments in Japan. 6th International Oomycetes Workshop: *Phytophthora*, *Pythium*, Downy Mildews and related genera, Boston, USA, 2018.
- ・ 景山幸二：疫病菌の同定と検出．第12回植物病害診断研究会，宮崎市民プラザ，宮崎，2018.
- ・ 景山幸二： *Pythium* 菌、生活様式が分かれると防除の視点が見えてくる．第84回日本養液栽培研究会，ホテルパーク，岐阜，2018.

受賞

- ・ 学生最優秀口頭発表賞：日本菌学会第62回大会，信州大，2018 山田健介・須賀晴久・景山幸二：*Pythium* 属菌分子系統クレードJに属する造卵器にとげを持つ種の識別.
- ・ ポスター発表賞：UGSAS-GU & BWELL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, Gifu Univ., 2018.10.
Feng, W., Otsubo, K., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Mating-type diversity in *Phytophthora colocasiae* causing leaf-blight of taro in Japan.
- ・ ポスター発表賞：第3回流域圏保全研究推進セミナー．岐阜大，2019.03. 飯島大智・日恵野綾香・大坪佳代子・須賀晴久・景山幸二：森林土壌および河川から分離された卵菌類.

氏名： 津田 智

発表論文

1. 富士田裕子・菅野理・津田智・増井太樹（2018）ラムサール条約登録湿地「濤沸湖」の維管束植物相．保全生態学研究．23, 279-296.

教育活動

- ・ 担当科目
全学共通教育： 岐阜県の生物の分布と生態
応用生物科学部： フィールド科学基礎実習

自然科学技術研究科： 群集生態学特論

・指導学生

博士後期課程： 1名（うち、外国人留学生0名）

・非常勤講師： 岐阜県立看護大学看護学部非常勤講師「岐阜の自然」

社会活動

- ・環境省自然環境保全基礎調査植生調査中部ブロック調査会議委員
- ・網走国定公園小清水原生花園風景回復対策協議会委員
- ・NPO 法人グラウンドワークこしみず顧問
- ・白山ユネスコエコパーク協議会学術部会委員
- ・寒風山山焼き実行委員会顧問

学協会活動

- ・日本生態学会生態系管理委員会委員
- ・日本生態学会自然保護委員会アフターケア委員
- ・日本生態学会第67回大会実行委員会委員
- ・植生学会会計幹事（会計事務局）
- ・植生学会企画委員会委員

その他

- ・「小清水原生花園の植物」（2018年5月～11月、小清水原生花園インフォメーションセンター「Hana」における植物の常設展示）
- ・「寒風山の植物」（2018年3月～12月、寒風山回転展望台展示コーナーにおける植物の常設展示）

氏名： 村岡 裕由

発表論文

（原著論文）

1. Nagai S. and Muraoka H. et al. (56 authors) (2018) 8 million phenological and sky images from 29 ecosystems from the Arctic to the tropics: the Phenological Eyes Network. Ecological Research, DOI 10.1007/s11284-018-1633-x.
2. Shen Y, Wakui S., Takehara Y., Hoshino Y., Utsumi Y., Kamata N., Nohori Y., Ichie T., Muraoka H., Saitoh T.M., Hirano Y. and Yasue K. (2018) Effects of Climate on the Radial Growth of Japanese beech (*Fagus crenata*) at Various Sites in Japan. *Mokuzai Gakkaishi* 64: 171-186 (In Japanese with English abstract)

（総説）

1. 村岡裕由・丸谷靖幸・永井信（2019）山地森林の炭素循環と生態系機能の環境応答に関する長期・複合的研究の展望。地学雑誌 128: 129-146

学会発表

（学会、国際会合等を含む）

1. Muraoka H. (2018) Asia Pacific Biodiversity Observation Network. AOGEOSS International Conference,

May 2018, Deqing, China.

2. Muraoka H. (2018) Perspectives from ILTER-EAP and the Asia-Pacific Biodiversity Observation Network. Session 3: Addressing gaps in coordination of in-situ terrestrial observations. The 2018 GEO Symposium, 11-12 June 2018, Geneva.
3. Muraoka H. (2018) Perspectives from GEO. 10th Asia Pacific Biodiversity Observation Network (AP BON) Workshop, July 2018, Kuching, Malaysia.
4. Muraoka H. (2018) Networking networks toward the concerted in-situ terrestrial ecosystem observations. (Invited paper), OzFlux-AsiaFlux Joint Conference, August 2018, Darwin, Australia.
5. Muraoka H. (2018) Toward the concerted observations of biodiversity and ecosystems, by collaborating with global, regional and local networks. 2018 ILTER and 12th ILTER-EAP Joint Conference, October 14-17, Taichung.
6. Muraoka H., Bombelli A., Heiskanen J., Obregon A., Saigusa N., Dolman H. and Kutsch W.L. (2018) GEO Carbon and GHG Initiative: From operational observations of carbon and GHG cycles to policy-relevant information. 2018 ILTER and 12th ILTER-EAP Joint Conference, October 14-17, Taichung.
7. Muraoka H. (2018) Possibility of the collaboration with AOGEOSS. Asia Pacific Biodiversity Observation Network (AP BON) session; 11th GEOSS Asia Pacific Symposium, October 24-26, Kyoto.
8. Bombelli A., Muraoka H., Saigusa N., Dolman A.J., Heiskanen J., Obregon A., and GEO-C team (2018) GEO-C: the GEO Carbon and Greenhouse Gas Initiative. Research Infrastructures and the Paris Agreement on Climate - COOP+, November 20-21, Brussels.
9. Kato T., Kobayashi H., Sakai Y., Noda H., Miyauchi T., Nishida-Nasahara K., Akitsu T., Murayama S. and Muraoka H. (2018) Bottom-up and top-down approach investigations on solar induced fluorescence for estimating the photosynthesis at ecosystem scale by both ground-based measurement and modeling. AGU Fall Meeting, December 2018, Washington D.C.
10. Sakai Y., Kato T., Tsujimoto K., Koyabashi H., Nasahara K.N., Akitsu T., Murayama S., Noda H. and Muraoka H. (2018) Constructing the simulation model to estimate the SIF using remote sensing data. AGU Fall Meeting, December 2018, Washington D.C.
11. 村岡裕由 (2019) GEO における in-situ 生物多様性・生態系機能観測への期待。シンポジウム「生物多様性観測の新しい課題：AP BON 10 周年に考える次のステップ」，第 66 回日本生態学会大会，2019 年 3 月，神戸。
12. 加藤知道・小林秀樹・酒井佑模・野田響・奈佐原顕郎・秋津朋子・小野圭介・村岡裕由 (2019) 太陽光誘起クロロフィル蛍光による生態系光合成量推定。日本農業気象学会 2019 年全国大会，静岡。

教育活動

・担当科目

応用生物科学部，生理生態学

全学共通教育，現代環境学（人の営みと環境）

自然科学技術研究科，生態系生態学特論

・学生指導等

流域圏科学研究センター 特別協力研究員，1名

連合農学研究科1年生，1名（副指導）

社会活動

- ・日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER）副代表，運営委員，代表者委員
- ・国際長期生態学研究ネットワーク・東アジア太平洋地域ネットワーク（ILTER-EAP）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
- ・文部科学省研究開発局環境エネルギー課 技術参与
- ・科学技術・学術審議会 第7期地球観測推進部会委員
- ・GEO（地球観測に関する政府間会合）戦略計画推進作業部会（主査代理）
- ・GEO Programme Board メンバー
- ・Asia Oceania GEOSS Initiative Coordination Board メンバー
- ・GEO Carbon and GHG Initiative Steering Committee 共同副議長

学協会活動

- ・日本生態学会 日本生態学会誌（和文誌）編集委員，大規模長期生態学専門委員会
- ・日本植物学会 Journal of Plant Research, Editor
- ・Journal of Plant Ecology, Associate Editor
- ・Forest Science and Technology, Editorial Board member

氏名： 齋藤 琢

著書

1. Nagai S, Nasahara KN, Akitsu TK, Saitoh TM, Muraoka H. (2018) Importance of the collection of abundant ground-truth data for accurate detection of spatial and temporal variability of vegetation by satellite remote sensing, in biogeochemical cycles: ecological drivers and environmental impact. AGU Books, accepted

発表論文

1. 沈昱東・涌井幸子・竹原優子・星野安治・内海泰弘・鎌田直人・野堀嘉裕・市栄智明・村岡裕由・齋藤琢・平野優・安江恒（2018）日本各地に生育するブナの肥大成長に影響する気候要素，木材学会誌，64，171-186
2. Nagai S., Akitsu T., Saitoh T.M., Busey R.C., Fukuzawa K., Honda Y., Ichie T., Ide R., Ikawa H., Iwasaki A., Iwao K., Kajiwara K., Kang S., Kim Y., Khoon K.-L., Kononov A.V., Kosugi Y., Maeda T., Mamiya W., Matsuoka M., Maximov T.C., Menzel A., Miura T., Mizunuma T., Morozumi T., Motohka T., Muraoka H., Nagano H., Nakai T., Nakaji T., Oguma H., Ohta T., Ono K., Punga R.A.S., Petrov R.E., Sakai R., Schunk C., Sekikawa S., Shakhmatov R., Son Y., Sugimoto A., Suzuki R., Takagi K., Takanashi S., Tei S., Tsuchida S., Yamamoto H., Yamasaki E., Yamashita M., Yoon T.-K., Yoshida T., Yoshimura M., Yoshitake S., Wilkinson M., Wingate L., Nasahara K.N. (2018) 8 million phenological and sky images from 29 ecosystems from the Arctic to the tropics: the Phenological Eyes Network, Ecological Research, 33, 1091-1092. <https://doi.org/10.1007/s11284-018-1633-x>

3. Nagai S.*, Saitoh T.M. *, Kajiwar K., Yoshitake S., Honda Y. (2018) Investigation of the potential of drone observations for detection of forest disturbance caused by heavy snow damage in a Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) forest, *Journal of Agricultural Meteorology*, 74, 123-127
<https://doi.org/10.2480/agrmet.D-17-00038> (*co-first author)

総説・論説

1. 永井信・斎藤琢・奈佐原顕郎（2018）リモートセンシングとオープンアクセスデータの統合的解析による植物季節観測と土地利用土地被覆分類の高精度化. 日本リモートセンシング学会誌, 38, 99-104. <https://doi.org/10.11440/rssj.38.99>

学会発表

1. 斎藤琢・安江恒（2019）日本の気候傾度に沿った常緑針葉樹林の炭素収支とその環境制御要因, 第66回日本生態学会, 神戸国際会議場, 神戸市, 2019年3月15～19日（P2-406）
2. 高橋春那・斎藤琢（2019）雪害によるスギの樹冠欠損が幹表面呼吸の季節変化へ及ぼす影響, 第66回日本生態学会, 神戸国際会議場, 神戸市, 2019年3月15～19日（P1-442）
3. 安立美奈子・斎藤琢・廣田充（2019）冷温帯アカマツ林の土壌呼吸速度と樹液流束速度の日変化と季節変化, 第66回日本生態学会, 神戸国際会議場, 神戸市, 2019年3月15～19日（P2-396）
4. 平野優・斎藤琢・高橋春那・沈昱東・安江恒（2019）積雪による樹冠欠損後の肥大成長の観察, 第69回日本木材学会大会, 函館アリーナ, 函館市, 2019年3月14日～16日（ポスター；A15-P-19）
5. 久田善純・斎藤琢・丸谷靖幸（2019）岐阜県における冠雪害危険度マップの検討ー将来予測研究に向けた予備解析ー, 第30回日本森林学会大会, 新潟コンベンションセンター「朱鷺メッセ」, 新潟市, 2019年3月20～23日（ポスター；P1-180）
6. 永井信・関川清広・斎藤琢・梶原康司・本多嘉明（2018）里地里山における高空間分解能衛星やドローンによる植物季節観測の高精度化、, 第21回 CReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 千葉大学, 千葉市, 2019年2月14日（ポスター；P24）
7. 高橋春那・斎藤琢（2018）雪害によるスギの樹冠欠損が幹表面呼吸の季節変化へ及ぼす影響, 2018年度生態学会中部地区大会, 岐阜大学サテライトキャンパス, 岐阜市, 2018年11月25日（P3）
8. 永井信・斎藤琢（2018）インターネット上で公開されている植物季節情報を利用した山岳域における紅葉季節の時空間分布変動の評価, 日本山の科学会 2018年秋季研究大会, 信州大学, 松本市, 2018年10月27日（ポスター）
9. 永井信・斎藤琢（2018）山岳域における成長期間の時空間分布変動の検出の高精度化, 日本地球惑星科学連合 2018年大会, 幕張メッセ, 千葉市, 2018年5月20-24日（口頭；MG125-14）

教育活動

・担当科目

応用生物科学研究科： 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）

・指導学生

学部卒業研究： 1名

社会活動

- ・日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER） 情報管理委員
- ・日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER） 副事務局長
- ・JapanFlux 運営委員
- ・AsiaFlux 運営委員

学協会活動

- ・日本生態学会中部支部庶務
- ・Ecological Research 編集委員
- ・日本生態学会大会企画委員・運営部会

氏名： 玉川 一郎

学会発表

1. 玉川一郎、吉竹晋平、鈴木浩二、平塚肇、児島利治、岐阜大学高山試験地での降雪時期の雨量計比較と蒸発量補正, 水文・水資源学会研究発表会要旨集, 水文・水資源学会(三重) 2018年9月12日～14日、P30, pp.154-155
2. 吉田 裕之（岐阜大学）、高山 佳久、藤川 知栄美（東海大学）鈴木 拓明、（航空宇宙技術振興財団 前 JAXA）、栗林 亮介、北倉 和久（JAXA）、小林 智尚、吉野 純、玉川 一郎（岐阜大学）、レーザーの伝送における天候・大気の影響に関する計測, 第62回宇宙科学技術連合講演会講演集, 2018年10月24日～26日 久留米シティプラザ, 1G01
3. 玉川 一郎、小林 智尚、吉野 純（岐阜大学）、高山 佳久、藤川 知栄美（東海大学）、吉田 裕之（岐阜大学）、鈴木 拓明（航空宇宙技術振興財団（前 宇宙航空研究開発機構）栗林 亮介、北倉 和久（宇宙航空研究開発機構）、気象観測による屈折率構造関数、Cn2 の評価, 第62回宇宙科学技術連合講演会講演集 2018年10月24日～26日 久留米シティプラザ 1G02
4. 吉野 純、小林智尚、玉川一郎、吉田裕之（岐阜大学）、高山佳久、藤川知栄美（東海大学）、鈴木拓明（航空宇宙技術振興財団（前 宇宙航空研究開発機構））、栗林亮介、北倉和久（宇宙航空研究開発機構）、ドローン気象観測による屈折率の大気構造関数 Cn2 の推計, 第62回宇宙科学技術連合講演会講演集 2018年10月24日～26日 久留米シティプラザ, 1G03
5. 小林 智尚、吉野 純、玉川 一郎、吉田 裕之（岐阜大学）、高山 佳久、藤川 知栄美（東海大学）、鈴木 拓明（航空宇宙技術振興財団）、栗林 亮介、北倉 和久（宇宙航空研究開発機構）、気象予報モデルによる複雑地形上大気構造係数 Cn2 推定の試み, 第62回宇宙科学技術連合講演会講演集 2018年10月24日～26日 久留米シティプラザ, 1G04
6. 秋山尚貴、小林智尚、吉野 純、玉川一郎、吉田裕之（岐阜大学）、高山佳久（東海大学）、衛星地上間光通信での地上マルチサイト化による大気透過率推定、第62回宇宙科学技術連合講演会講演集, 2018年10月24日～26日 久留米シティプラザ, 1G06
7. Adam Rus Nugroho, Ichiro Tamagawa, Almaika Riandraswari, Titin Febrianti, Thornthwaite-Mather water balance analysis in Tambakbayan watershed, Yogyakarta, Indonesia, Proc. 5th International conference on

sustainable built environment, 11-13 Oct. 2018, Banjarmasin Indonesia

8. 玉川一郎, 気象情報に基づく大気揺らぎの計測と評価, レーザー学会学術講演会 シンポジウム 4
【日本光学会ジョイントシンポジウム】揺らぐ媒質を伝搬する光の乱れの理解とその克服による
未来, 2019 年 1 月 14 日 東海大学高輪キャンパス

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： Meteorology for the Environment，流域圏環境気象学、
リモートセンシング水環境計測学特論（Remote sensing in meteorology），

博士後期課程： 1 名（うち，外国人留学生 1 名）

博士前期課程： 0 名

学部卒業研究： 2 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」

学協会活動

- ・水文・水資源学会国際誌編集委員会委員
- ・水文・水資源学会財務委員会委員

氏名： 原田 守啓

著書

1. 公益社団法人全国防災協会 (2018) 美しい山河を守る災害復旧基本方針（平成 30 年 7 月），第 2 編執筆協力

発表論文

1. 永山滋也・加藤康充・宮脇成生・原田守啓・萱場祐一（2019）イシガイ類に着目した河道内における氾濫原水域環境の汎用的評価手法の検討，応用生態工学, 21(2):135-144.
2. 原田守啓・丸谷靖幸・伊東瑠衣・石崎紀子・川瀬宏明・大楽浩司・佐々木秀孝（2018）JRA-55 再解析データのダウンスケーリング実験における地形モデル選択が洪水流出解析に及ぼす影響，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.74, No.5, I_103-I_108.
3. 丸谷靖幸，原田守啓，伊東瑠衣，川瀬宏明，大楽浩司，佐々木秀孝（2018）気候変動影響評価に向けた気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の関係性の評価，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.74, No.5, I_109-I_114.
4. 児島利治，丸谷靖幸，原田守啓（2018）斜面崩壊危険度予測のための 20km メッシュ d4PDF 確率降雨量のバイアス補正值の提案，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.74, No.5, I_133-I_138.
5. 丸谷靖幸，原田守啓，伊藤瑠衣，川瀬宏明，大楽浩司，佐々木秀孝（2018）気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響に関する考察，土木学会論文集 G(環境)，

vol.74, No.5, 147-156.

6. Rahma Yanda, Morihiro Harada, Ichiro Tamagawa (2018) Investigation of Logarithmic Velocity Distribution Applicability for Area near the Bed of Gravel-bed Streams in Shallow Flow Conditions, Proceedings of the 12th International Symposium on Ecohydraulics 2018.
7. Morihiro Harada, Rahma Yanda (2018) Development of the Numerical Simulation Model Aiming at Direct Habitat Evaluation of Riverbeds of Gravel-Bed Rivers, Proceedings of the 12th International Symposium on Ecohydraulics 2018.
8. 原田守啓, 角田美佳, 赤堀良介, 永山滋也 (2018) 自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂再堆積～揖斐川と長良川の相違点とその要因～, 河川技術論文集, 24, 173-178.
9. 原田守啓, 井上清敬, 桜井孝昭 (2018) 水辺をまちにひらく～糸貫川における水辺の拠点整備～, 土木技術資料, 60-1, 24-27.

報告書

1. 丸谷靖幸, 原田守啓, 杉本志織, 川瀬宏明, 佐々井崇博, 山崎剛 (2018)力学モデルによる近未来気候の超高解像度ダウンスケールシミュレーション, 地球シミュレータ公募課題年次報告書 Annual Report of the Earth Simulator April 2017.-March 2018., 55-63.
2. 平成 30 年 7 月豪雨災害検証委員会 (2018) 平成 30 年豪雨災害検証報告書, pp.144, 検証委員会委員

学会発表

1. M. Harada (2019) The future of comparative study on river basin spheres – toward the regional adaptation, The 3rd of International symposium of river basin studies -Integrated river basin science towards adaptation to climate and societal changes-, March 2019. , Gifu University
2. 國島佑紀・原田守啓・塩澤翔平 (2019) 改修済み山地河道における Step-Pool 地形の復元のための移動床水理実験, 平成 30 年度土木学会中部支部研究発表会, 2019 年 3 月, 愛知工業大学
3. 岩田奨平・原田守啓・角田美佳 (2019) 揖斐川と長良川のウォッシュロード濃度の違いが土砂再堆積に与える影響, 平成 30 年度土木学会中部支部研究発表会, 2019 年 3 月, 愛知工業大学
4. 加藤大輝・原田守啓 (2019) 長良川扇状地におけるアユの時空間動態を把握する試み, 平成 30 年度土木学会中部支部研究発表会, 2019 年 3 月, 愛知工業大学
5. Rahma Yanda, Morihiro Harada, Ichiro Tamagawa (2018) Development of Semi-empirical Velocity Distribution Model to Evaluate The Impacts of Dam on River Habitat, Japan-Indonesia International Scientific Conference, October 28, 2018, Osaka, Japan.
6. 塩澤翔平, 原田守啓, 國島佑紀 (2018) 山間地河道の Step-Pool 形成における川幅と河岸粗度の効果, 応用生態工学会, 2018 年 9 月, 東京工業大学
7. 角田美佳, 原田守啓, 岩田奨平 (2018) 自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂再堆積～揖斐川と長良川の比較検討～, 応用生態工学会, 2018 年 9 月, 東京工業大学
8. 永山滋也, 根岸淳二郎, 原田守啓, 萱場祐一 (2018) 木曽川河道内氾濫原における 10 年間の地形・二枚貝類の変化, 応用生態工学会, 2018 年 9 月, 東京工業大学
9. 原田守啓, 荒川貴都 (2018) 石礫床河川の河床環境評価が可能な数値計算モデルの開発, 応用生態工学会, 2018 年 9 月, 東京工業大学

10. 原田守啓 (2018) 水防災分野における気候変動適応に向けた岐阜の取り組み, 水文・水資源学会, 2018 年 9 月 12 日～14 日, 三重大学
11. 丸谷靖幸, 原田守啓 (2018) 再解析データ JRA-55 を用いた降雨の空間解像度が洪水流出に与える影響評価, 水文・水資源学会, 2018 年 9 月 12 日～14 日, 三重大学
12. 丸谷靖幸, 栗屋善雄, 村岡裕由, 玉川一郎, 児島利治, 原田守啓, 斎藤琢, 早川博, 駒井克昭, 呉修一, 手計太一, 星川圭介 (2018) 流域圏保全学推進研究グループ活動報告, 水文・水資源学会, 2018 年 9 月 12 日～14 日, 三重大学
13. Rahma Yanda, Morihito Harada, Ichiro Tamagawa (2018) Investigation of Logarithmic Velocity Distribution Applicability for Area near the Bed of Gravel-bed Streams in Shallow Flow Conditions, The 12th International Symposium on Ecohydraulics 2018, August 19 – 24, 2018, Tokyo, Japan.
14. Shigeya Nagayama, Morihito Harada, Shiro Sagawa, Yuichi Kayaba (2018) Reasonability of cyclic floodplain rejuvenation for strategic biodiversity conservation in Japanese lowland rivers, The 12th International Symposium on Ecohydraulics 2018, August 19 – 24, 2018, Tokyo, Japan.
15. Morihito Harada, Rahma Yanda (2018) Development of the Numerical Simulation Model Aiming at Direct Habitat Evaluation of Riverbeds of Gravel-Bed Rivers, The 12th International Symposium on Ecohydraulics 2018, August 19 – 24, 2018, Tokyo, Japan.

教育活動

・担当科目

工学部： 工学基礎実験
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

・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： 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

- ・岐阜県 平成 30 年 7 月豪雨災害検証委員会委員
- ・岐阜県富加町 かわまちづくり協議会アドバイザー
- ・岐阜県瑞浪市 瑞浪市道の駅検討委員会会長
- ・国立環境研究所 平成 30 年度気候変動適応情報プラットフォーム構築 WG 委員
- ・岐阜県 地球温暖化対策実行計画懇談会委員
- ・岐阜県 自然工法管理士認定審議会委員

- ・岐阜市 自然環境保全推進委員会委員
- ・岐阜県自然共生工法研究会 研究評価部会／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 多自然川づくり技術検討会委員

学協会活動

- ・土木学会水工学委員会水工学論文集編集小委員会委員
- ・土木学会水工学委員会河道管理研究小委員会委員
- ・土木学会水工学委員会基礎水理部会委員
- ・土木学会水工学委員会河川部会委員
- ・応用生態工学会テキスト刊行委員会委員
- ・土木学会中部支部 岐阜大学幹事

講演活動等

- ・「災害復旧を” いい川” づくりのチャンスに変えるには？」，NPO 法人全国水環境交流会，” いい川” づくり研修会 in 中部（2019/03/19，ウィルあいち）
- ・「現場知と科学知が支えてきた多自然川づくり～次の10年に向けて～（基調講演）」，国土交通省水管理国土保全局，平成30年度全国多自然川づくり会議（2018/12/18，さいたま新都心合同庁舎2号館）
- ・「地域の気候変動適応における地方大学の役割」，国立研究開発法人国立環境研究所，自治体の適応推進に関わる意見交換会（2018/12/05，コンファレンススクエア エムプラス丸の内グランド）
- ・「これからの河川環境研究はどうあるべきか」，国立研究開発法人土木研究所自然共生研究センター，自然共生研究センター開所20周年記念シンポジウム（2018/11/21，岐阜市文化センター）
- ・「気候変動が長良川流域の自然災害リスクに及ぼす影響と適応策（基調講演）」，岐阜大学・清流の国ぎふ防災減災センター，岐阜大学防災シンポジウム（2018/11/20，みの観光ホテル）
- ・「自然堤防帯河道の高水敷掘削後の土砂堆積に流域特性が及ぼす影響（基調講演）」，応用生態工学会，第10回応用生態工学会全国フィールドシンポジウム in 浜松（2018/11/14，浜松市地域情報センター）
- ・「自然堤防帯河道における高水敷掘削後の土砂堆積に流域特性が及ぼす影響」，リバーフロント研究所，川の自然再生セミナー（2018/11/06，月島社会教育会館）
- ・「川の自然再生セミナー」，リバーフロント研究所，研修会（2018/11/06，月島社会教育会館）
- ・「バープ工法に関する技術情報／矢田川へのバープ工法導入について」，あいち森と緑づくり環境活動・学習推進事業，研修会（2018/10/29，愛知県尾張建設事務所）
- ・「平成30年7月豪雨災害を通じて 自然災害について考えよう」，22世紀奈佐の浜プロジェクト，22世紀奈佐の浜プロジェクト（2018/10/14，答志島）
- ・「岐阜と対象とした豪雨事例解析と適応策に向けた展開」，文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム，d4PDF ユーザー研究会合（2018/10/10，気象研究所）
- ・「地域・職場防災リーダー育成講座非常勤講師」，放送大学岐阜学習センター，研修会（2018/09/09，徳山ダム）
- ・「気候変動適応に向けた岐阜の取り組み」，法政大学，第3回『適応自治体フォーラム』防災分科会

（2018/08/28，法政大学市ヶ谷キャンパス）

- ・「濃尾平野の河川と地形一流域からの土砂と河川環境一」，日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会，日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会（2018/08/19，岐阜大学サテライトキャンパス）
- ・「気候変動による自然災害への影響と地域社会」，清流の国ぎふ防災減災センター，げんさい楽座（2018/07/30，岐阜大学サテライトキャンパス）
- ・「気候予測データベースを用いた 長良川流域の洪水頻度解析」，岐阜建設コンサルタンツ協会，研修会（2018/07/02，ぎふメディアコスモス）

受賞

- ・公益信託エスベック地球環境研究・技術基金 エスベック環境研究奨励賞（2018/10）

その他

- ・「岐阜県における行政・大学協働による適応策の推進」，環境新聞（2018/10/24）
- ・「テレビ出演 鮎の棲む川～長良川ストーリー～＃5」，CCN，テレビ出演（2018/09/16）
- ・「検証西日本豪雨一岐阜の現場から・上：記録的な豪雨でも氾濫阻止 河道掘削，耐えた長良川」，岐阜新聞（2018/07/20）
- ・「濁流：大雨特別警報一週間 防災，避難 総合的判断を」，中日新聞（2018/07/14）
- ・「郡上の高原 豪雨に耐えた 総雨量 1058 ミリでも人的被害なし」，朝日新聞（2018/07/13）
- ・「堅固な地質 人的被害拡大阻む 河川改修，高い防災意識も影響」，朝日新聞（2018/07/12）
- ・「危険 山あいの川のボトルネック」，東海テレビ，ニュース ONE，テレビ出演（2018/07/10）

氏名： 李 富生

著書

1. 李富生（2019.3）第4章 水処理 4.6 吸着（第4編 水資源と上下水道），「水理公式集」（2018年版），土木学会，pp. 536-538.

発表論文

1. Kui Huang, Hui Xia, Ying Wu, Jingyang Chen, Guangyu Cui, Fusheng Li, Yongzhi Chena, Nan Wu (2018), Effects of earthworms on the fate of tetracycline and fluoroquinolone resistance genes of sewage sludge during vermicomposting, *Bioresource Technology*, 259, 32-39.
2. Guangyu Cui, Fusheng Li, Shuailei Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Toshiro Yamada, Xiaoyong Fu, Kui Huang (2018), Changes of quinolone resistance genes and their relations with microbial profiles during vermicomposting of municipal excess sludge, *Science of the Total Environment*, 644, 494-502.
3. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li (2018), Sorption capacity of cesium on different forest and agricultural soils, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 317, 1429-1438.
4. Shixiong Li, Chaohai Wei, Yun Hu, Haizhen Wu and Fusheng Li (2018), In situ synthesis and photocatalytic mechanism of a cyano bridged Cu(i) polymer, *Inorganic Chemistry Frontier*, 5, 1282-1287.

5. Likun Liang, Xuan Ru, Jingyue Wei, Zhudong Lin, Chaohai Wei, Yu Qian, Fusheng Li (2018), Spatiotemporal simulation and comprehensive evaluation of atmospheric coal-related PAHs emission reduction in China, *Ecological Indicators*, 93, 687–696.
6. Xuan Ru, Jianbo Liao, Likun Liang, Zewei Wen, Jingyue Wei, Caohai Wei, Fusheng Li (2018), Quantification of the relationship between multiple metal(loid) distribution and integrated effect of internal-external factors in riverbed sediments across Xijiang River basin, South China, *Science of the Total Environment*, 643, 527-538.
7. Wei Chaohai, Ru Xuan, Yang Xingzhou, Feng Chunhua¹, Wei Yongfen, Li Fusheng (2018), Energy saving strategy based on oxygen control in wastewater bio-treatment, *Chemical Industry and Engineering Progress*, 37(11), 4121-4134 (Chinese journal with English abstract).
8. Hongjie Gui, Fusheng Li, Yongfen Wei, Toshiro Yamada (2018), Adsorption characteristics of natural organic matter on activated carbons with different pore size distribution, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(8), 1619-1628.
9. Haixia Du, Jiangyang Guo, Yizhen Xu, Yanxia Wu, Fusheng Li, Huifang Wu (2018), Enhancing microbial fuel cell (MFC) performance in treatment of solid potato waste by mixed feeding of boiled potato and waste activated sludge, *Water Science and Technology*, 78(5), 1054-1063.
10. 石黒泰・崔广宇・藤澤智成・安福克人・奥村信哉・玉川貴文・JoniAldilla FAJRI・李富生（2018），合併処理浄化槽における微粒子および細菌の変動と処理水槽内水中の残存有機物，土木学会論文集 G（環境），74(7), 415-422.
11. 堀尾明宏・後藤淳・李富生・青井透・宮里直樹（2018），硫黄脱窒法による浄化槽処理水への適用検討，土木学会論文集 G（環境），74(7), 53-62.
12. Huang K., Xia, H., Chen, J., Wu, Y., Cui, G., Li, F. (2018), Effects of earthworms on changes of microbial characteristics during vermicomposting of municipal sludge (蚯蚓对城市污泥蚯蚓堆肥过程中微生物特征变化的影响), *Huanjing Kexue Xuebao/Acta Scientiae Circumstantiae*, 38 (8), 3146-3152.
13. Yenni Trianda, Reni Desmiarti, Tomonari Fujisawa, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li (2018), Study of suspended impurities origin and composition in the treatment process of Johkasou system, *AJChE*, 18(2), 54-61.
14. Huijuan SHAO・魏永芬・李富生（2019.1），産業廃棄物系吸着資材のセシウムの植生と土壤浸出水への移行に対する抑制効果，環境科学会誌，32(1), 1-10.
15. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li (2019.1), Fixation capability of recycling materials as potential additives for cesium immobilization in contaminated forest soil, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 319:315-326.

学会発表

1. H. Shao, Y. Wei, F. Li, Inhibition of transfer of cesium from contaminated forest soil to vegetation by different sorbent materials, 日本水環境学会中部支部研究発表会概要集, p. 20, 2018（金沢）．．
2. W. Li, G. Cui, Y. Ishiguro, T. Yamada, F. Li, The abundances of five antibiotics resistance genes in vermicomposting of fruit and vegetable waste added with excess activated sludge, 日本水環境学会中部支部研究発表会概要集, p. 16, 2018（金沢）．

3. 丸山宏樹, 藤大輔, 李富生, 河川水を長期通水した生物活性炭層内における耐性遺伝子の分布, 日本水環境学会中部支部研究発表会概要集, p. 8, 金沢, 2018 (金沢) .
4. Shao Huijuan, Wei Yongfen, Li Fusheng, Inhibition effect of different sorbent materials on cesium transfer from contaminated forest soil to vegetation and water, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, p.37, 2019 (山梨) .
5. 丸山宏樹, 李富生, 石黒泰, 李文驕, 河川水を長期通水した生物活性炭層内における薬剤耐性遺伝子の存在と 16SrDNA 及び溶存有機物との関係, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, p.99, 2019 (山梨) .
6. Li Wenjiao, Oishi Haruka, Li Fusheng, fate and behavior of antibiotic resistance genes during aerobic and anaerobic digestion of excess activated sludge, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, p.262, 2019 (山梨) .
7. Wenjiao Li, Guangyu Cui, Yasushi Ishiguro and Fusheng Li, Antibiotics resistance genes in vermicomposting of fruit and vegetable waste added with excess activated sludge, Proceedings of International Symposium on Animal Production and Conservation for Sustainable Development, pp. 88-89, October 2018 (Gifu).
8. Shuailei Li, Guangyu Cui and Fusheng Li, Changes of pathogenic bacterial indicators during vermicomposting treatment of sewage sludge, Proceedings of International Symposium on Animal Production and Conservation for Sustainable Development, pp. 98-99, October 2018 (Gifu).
9. Toshiro Yamada, Maulana Yusup Rosadi, Hudori, Yukitaka Suzuki, Eri Ito, and Fusheng Li, Characteristics of dissolved organic matter in a water purification plant distribution pipes, in Program Book, p.29, The 5th International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE 2018), 'Management of Changes for Livable Environment', Banjarmasin, Indonesia, October 11-13, 2018.
10. Fusheng Li, Activated carbon adsorption for advanced drinking water treatment, in Program Book, p.72, The 1st International Symposium of Indonesian Chemical Engineering, Padang, West Sumatera, Indonesia, October 4-6, 2018 (Invited speaker, Plenary session).
11. Fusheng Li, Optimal combination of existing treatment technologies: a feasible way leading to high quality tap water supply, in Program Book, p.6 & 10, The 5th International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE 2018), 'Management of Changes for Livable Environment', Banjarmasin, Indonesia, October 11-13, 2018 (Invited speaker, Plenary session).
12. Reni Desmiarti, Ariadi Hazmi, Yenni Trianda, Ramayandi, Devi Winarni, Fusheng Li, Enhancement of drinking water treatment by combined filtration-ICPS: Integrated evaluation based on EEMs, DOC, UV260 and removal of pathogenic bacteria, in Program Book, p.307, The 1st International Symposium of Indonesian Chemical Engineering, Padang, West Sumatera, Indonesia, October 4-6, 2018.
13. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Comparison of the immobilization capability of biochar, incinerated sewage sludge ash and zeolite for cesium in polluted soil, The 3rd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being, 5-6 March 2019 (Gifu).
14. Wenjiao Li, Haruka Oishi, Fusheng Li, The release of dissolved substances from activated sludge under

starvation condition, The 3rd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being, 5-6 March 2019 (Gifu).

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，初年次セミナー
自然科学技術研究科： 水質制御工学，先端水質制御工学，
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4科目，
特論3科目，演習1科目，国内グループインターンシップ，
国外グループインターンシップ（統括責任）
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（統括責任）

・指導学生

博士後期課程： 5名（うち，外国人留学生3名，社会人1名，訪問留学生1名）
博士前期課程： 4名（うち，外国人留学生3名）
学部卒業研究： 3名（うち，外国人留学生0名）
研究生： 2名（うち，外国人留学生2名）

社会活動

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

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
- ・Advisory Board Member, The 1st International Symposium of Indonesian Chemical Engineering, Padang, West Sumatera, Indonesia, October 4-6, 2018.

講演活動等

- ・Water Quality and Water Treatment - Current Status and Future Possibilities, Bung Hatta University, 2018 年 10 月 5 日（インドネシア・パダン）.
- ・Water Quality and Water Treatment - Current Status and Future Possibilities, Indonesia Islam University, 2018 年 10 月 8 日（インドネシア・ジョグジャカルタ）.
- ・Optimal combination of existing treatment technologies: a feasible way leading to advanced water treatment, 南昌航空大学環境及び化学工程学院, 2018 年 11 月 27 日（中国・南昌市）.
- ・分散型家庭污水处理设施的净化槽在日本的应用情况与影响其处理水质的现场可调控因子，第三届全国水处理与回用学术會議，2019 年 3 月 30 日（中国・広州市）.

受賞

- ・2018年6月1日 岐阜大学功労者表彰（教育研究活動に著しく貢献した者に対する表彰）

氏名： 廣岡 佳弥子

発表論文

1. Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi, Tatsuya Takeguchi, Sodium cobalt oxide as a non-platinum cathode catalyst for microbial fuel cells, Sustainable Environment Research, 28(6), 322-325, 2018.

学会発表

1. 市橋修, 廣岡佳弥子, 低濃度廃水処理における微生物燃料電池の発電能力の向上, 第55回環境工学研究フォーラム, (京都), 2018.
2. 廣岡佳弥子, 市橋修, 林知佳, 下水処理への適用を志向した低濃度対応型微生物燃料電池の開発, 第53回日本水環境学会年会, (山梨), 2019.
3. Tomoka hayashi, Osamu Ichihashi, Kayako Hirooka, Improvement of Power Production by Microbial Fuel Cells for Sewage Treatment, The 3rd Seminar of International symposium of river basin studies -Towards the interdisciplinary study of the sustainable utilization and management of river basin systems-, (Gifu), 2019.
4. Aldilla Afiani Alda, Kayako Hirooka, Comparison of several carbon materials as the anode of Microbial Fuel Cells The 3rd Seminar of International symposium of river basin studies -Towards the interdisciplinary study of the sustainable utilization and management of river basin systems-, (Gifu), 2019.

教育活動

・担当科目

工学部： 土木工学実験Ⅰ, 環境セミナー

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

・指導学生

博士後期課程： 1名（うち, 外国人留学生0名）

博士前期課程： 3名（うち, 外国人留学生1名）

学部卒業研究： 2名（うち, 外国人留学生1名）

社会活動

・岐阜県環境審議会 委員

・岐阜県環境影響評価審査会 委員

・岐阜県建設発生土処理対策調査委員会 委員

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

・「微生物燃料電池を用いた省エネ型廃水処理技術の紹介」, 平成30年度愛知県農業土木測量設計技

術研究会 企画研修会（2018.9.19, 愛知県土地改良会館, 愛知）.

- ・「微生物燃料電池の基礎知識～これから研究を始める人へ～」, 情報機構技術セミナー, (2019.1.22, 秋葉原第2東ビル 東京).

その他

- ・（主催兼講師）「微生物燃料電池セミナー 2018～基礎からわかる微生物燃料電池～」（講演講師兼任）, (2018.08.31, じゅうろくプラザ, 岐阜)

氏名： 栗屋 善雄

著書

1. 栗屋善雄, 鷹尾元 (2018) 平成 30 年度 森林情報士リモートセンシング 1 級テキスト 講義編, 日本森林技術協会, pp.1-232, 270-304. (ISBN:978-4-88964-028-1)
2. 栗屋善雄 (2018) 平成 30 年度 森林情報士リモートセンシング 2 級テキスト 講義編, 日本森林技術協会, pp.1-304. (ISBN:978-4-88964-027-4)

発表論文

1. 栗屋善雄, 丸谷靖幸, 荒木一穂, 日置欽昭, 川口晋平 (2018) 航空レーザデータによる常緑針葉樹林の材積分布推定の汎用化の検討. 日本リモートセンシング学会 第 65 回(平成 30 年度秋季) 学術講演会論文集, 66:247-250.

学会発表

1. 栗屋善雄, 荒木一穂, 丸谷靖幸 (2019) LiDAR とドローンの DCHM を利用したスギ幼齢林の樹冠サイズの解析. 第 130 回日本森林学会大会学術講演集, 130:241.
2. 荒木一穂, 栗屋善雄(2019)航空機 LiDAR を用いた落葉広葉樹林におけるギャップ動態のモニタリング. 第 130 回日本森林学会大会学術講演集, 130:141.
3. Y. Awaya, Y. Maruya, K. Araki, Y. Hioki, S. Kawaguchi (2019) Utility validation of stem volume mapping of evergreen conifer forest using airborne LiDAR data. The 3rd Seminar and International symposium of river basin studies –Towards the interdisciplinary study of the sustainable utilization and management of river basin systems-, 3:24.
4. K. Araki, Y. Awaya (2019) Monitoring of gap dynamics using airborne LiDAR in secondary deciduous broad-leaved forest. The 3rd Seminar and International symposium of river basin studies –Towards the interdisciplinary study of the sustainable utilization and management of river basin systems-, 3:21.

教育活動

- ・担当科目

全学共通教育： 人の営みと環境

応用生物科学部： 生態系生態学, GIS/CAD 演習, フィールド科学基礎実習、実践英語

応用生物科学研究科： 農林環境管理学特論

流域水環境リーダー： リモートセンシング水環境計測学特論

- ・指導学生

学部卒業研究： 1名

・学位審査

名古屋大学大学院環境学研究科 博士学位審査委員 2018年8月5日

東京大学大学院農学生命科学研究科 博士学位審査委員 2019年2月1日

社会活動

- ・農林水産省 平成30年度国際共同研究パイロット事業運営委員会 委員
- ・宇宙航空研究開発機構 GCOM/SGLI 利用 WG 委員
- ・宇宙航空研究開発機構 MOLI サイエンスチーム・委員
- ・森林総合研究所 交付金プロジェクト評価委員
- ・国際航業（林野庁） 森林吸収源インベントリ情報整備事業 委員長
- ・三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング（環境省） 温室効果ガス排出量算定方法検討会 森林等の吸収源分科会 委員
- ・（社）森林保全・管理技術研究所 森林保全・管理技術研究開発委員会 委員 リモートセンシングを活用した森林調査方法部会 部会長
- ・トリプルアイ（JAXA）宇宙航空研究開発機構第2回地球観測研究公募 査読委員

学協会活動

- ・日本リモートセンシング学会 会長（5月まで）
- ・日本リモートセンシング学会未来部会 委員
- ・森林 GIS フォーラム 会長（5月まで）
- ・システム農学会 理事
- ・森林計画学会 地域理事

講演活動等

- ・栗屋善雄 平成30年度 森林情報士「森林リモートセンシング2級」講師 日本森林技術協会、平成30年9月3日～9月7日。
- ・栗屋善雄 平成30年度 森林情報士「森林リモートセンシング1級」講師 日本森林技術協会、平成30年10月1日～10月5日。

氏名： 児島 利治

発表論文

1. 児島利治, 丸谷靖幸, 原田守啓 (2018) 岐阜県を対象とした20kmメッシュd4PDF確率降雨量の補正式の提案, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 74, No. 5, I_133-I_138.
2. 大橋慶介, 坂口絢香, 児島利治 (2018) 扇状地河道における失水現象に着目した表流水および地下水の統合解析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 74, No. 5, I_325-I_330.

学会発表

1. 岡村友貴, 児島利治 (2018) 樹根による表層斜面崩壊防止効果の森林成長に伴う変化, 水文水資源学会2018年度研究発表会要旨集, pp. 232-233 (三重)

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
自然科学技術研究科：水文解析学
工学研究科：流域水文学特論
- ・指導学生
博士後期課程：3名（うち，外国人留学生3名）
博士前期課程：1名（うち，外国人留学生0名）
学部卒業研究：2名（うち，外国人留学生0名）
研究生：1名（うち，外国人留学生1名）
- ・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長
- ・岐阜市環境活動顕彰選考委員会委員長

講演活動等

- ・「平成30年度QGISを利用したがん登録データ分析研修会」，岐阜県がん情報センター，(2018.09.11, 2019.02.12, 岐阜大学，岐阜) 講師

氏名： 久世 益充

発表論文

1. 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（報告），第19巻，第1号，2019，pp.1_121-1_135. https://doi.org/10.5610/jaee.19.1_121
2. 久世益充・能島暢呂：地震動特性の特徴ベクトルを用いた類似波形の抽出手法，土木学会論文集 A1，Vol.75，No.X，2019，pp.I_XX-I_XX.（登載決定）
3. 久世益充・能島暢呂：カーネル密度推定と混合正規分布モデルによる地震動波形の包絡線近似と地震動特性の考察，土木学会論文集 A1，Vol.74，No.4，pp.I_755-I_764. 2018. doi.org/10.2208/jscejseee.74.I_755
4. 能島暢呂・久世益充：KL 展開による応答スペクトルのモード分解と合成，土木学会論文集 A1，Vol.74，No.4，pp.I_237-I_248. 2018. doi.org/10.2208/jscejseee.74.I_237

学会発表

1. 能島暢呂・久世益充：地震動の水平成分の軸回転が振幅・継続時間特性に及ぼす影響，第15回日本地震工学シンポジウム，PS2-02-12，2018.12.
2. 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，第15回日本地震工

学シンポジウム，GO10-02-06，2018.12.

3. 久世益充・能島暢呂：地震動特性の特徴ベクトルを用いた類似波形の抽出手法，第37回地震工学研究発表会講演論文集，C12-1321，2018.10.
4. 高橋幸宏・能島暢呂・久世益充：シナリオ地震動予測地図のモード分解による計測震度分布の特徴分析，平成30年度土木学会第73回土木学会年次学術講演会，I-170，pp.339-340，2018.8.
5. 久世益充・能島暢呂・中込広大：離散コサイン変換による応答スペクトルのモード分解と地震動特性の比較，平成30年度土木学会第73回年次学術講演会，CS12-063，pp.125-126，2018.8.

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

全学共通教育：地域社会と災害

自然科学技術研究科：地震動解析

・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： 0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）

・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
- ・土木学会 構造工学論文集地震工学部門 編集委員
- ・土木学会 土木学会論文集 A1 分冊編集小委員会 委員
- ・神戸の減災研究会 委員
- ・東濃地震科学研究所 地域地震防災基準に関する基本問題研究委員会 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)，2018.10.21.

氏名： 小山 真紀

著書

1. 小山真紀・相原征代・舩越高樹（編）：生きづらさへの処方箋，ナカニシヤ出版，2018.

発表論文

1. M. Koyama, Y. Kako, A. Yoshimura, N. Miyasato, F. Seki, H. Shimizu and F. Satoh: Rescue Operations in

Collapsed Houses after the Kumamoto Earthquakes: (1) Survey Design, Proceedings 11th National Conference on Earthquake Engineering, 2018.6.25-29, Los Angeles, California, USA.

2. A. Yoshimura, Y. Kako, M. Koyama, N. Miyasato, F. Seki, H. Shimizu and F. Satoh: RESCUE OPERATIONS IN COLLAPSED HOUSES AFTER THE KUMAMOTO EARTHQUAKES: (2) VERIFICATION OF TRAINING Rescue Operations in Collapsed Houses after the Kumamoto Earthquakes: (2) Verification of Training, Proceedings 11th National Conference on Earthquake Engineering, 2018.6.25-29, Los Angeles, California, USA.

総説・論説

1. 小山真紀: 地域防災のイノベーション, 消防防災の科学, 133, pp.45-49, 2018.8.31.

学会発表

1. 小山真紀: MOOC を用いた地域防災講座の取り組みーgacco における事例に学ぶ災害対策講座ー, 地域安全学会梗概集, No.42, C-3, 2018.5.25, 奥尻.
2. 加藤宏紀, 能島暢呂, 小山真紀, 永井小雪里: 2016 年熊本地震における避難に関する新聞報道のテキストマイニング, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2018.
3. 真柄善行, 小山真紀, 吉村晶子, 佐藤史明, 加古嘉信: 2016 年熊本地震における警察署員の救助活動状況の分析ー地域住民による安全に配慮した救助活動訓練の構築に向けてー, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2018.
4. 田中孝樹, 加藤宏紀, 能島暢呂, 小山真紀, 永井小雪里: 2016 年熊本地震におけるライフライン被害に関する新聞報道のテキストマイニング, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2018.
5. 小山真紀: MOOC による地域防災オンライン講座の試みー事例に学ぶ災害対策講座ー, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集, 2018.10.6-7, 仙台.
6. 小山 真紀, 村岡治道, 能島暢呂, 高木朗義: 清流の国ぎふ防災・減災センターにおける地域防災人材の育成と活躍に向けた場づくりに関する取り組み, 地域安全学会梗概集, No.43, 2018.11.2-3, 静岡.
7. 村上ひとみ, 野崎紘平, 熊野稔, 安部郁雄, 高田和幸, 小山真紀: 高校生の自転車通学と登下校時の津波避難備えに関するアンケート調査-宮崎市の事例-, 地域安全学会梗概集, No.43, 2018.11.2-3, 静岡.
8. 小山真紀: 長期避難者の心の健康におよぼす 要因分析-2011 年東日本大震災に起因する京都府への避難者 を対象として, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, PS1-01-32, 2018.12.6-8, 仙台.
9. 小山真紀: 被災と被災後の生活, 第 55 回環境工学研究フォーラム一般公開シンポジウム下水道先端技術と環境工学と周辺分野の展開, 2018.12.17, 京都.
10. 櫻井まゆ, 小山真紀: 岐阜県における土砂災害・洪水ハザードと人口の関係について, 地区防災計画学会誌第 14 号, 2019.3.2, 大阪.
11. 小山真紀: 東日本大震災における京都府への避難者を対象とした実情調査ーK6 に着目してー, 第 24 回日本災害医学会総会・学術集会, HP24-03, 2019.03.18-20, 鳥取.
12. 小山真紀: 基礎レベル防災講座における直接対面方式とオンライン方式の受講特性の比較, 第 25 回大学教育研究フォーラム, 2019.3.23-24, 京都.

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

自然科学技術研究科： 地震防災工学，地震防災特論

工学研究科： 防災減災マネジメント

・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： 3名（うち，外国人留学生0名）

研究生： 1名（うち，外国人留学生1名）

Bergische Universität Wuppertal 博士過程 副査,第二指導教授

・非常勤講師

名城大学理工学部非常勤講師 「都市安全学」

京都大学大学院医学研究科非常勤講師 「地域作業治療学」

京都大学大学院工学研究科非常勤講師 「Disaster and Health Risk Management for Liveable City」

社会活動

- ・海津市 海津市防災会議アドバイザー
- ・海津市歴史民族資料館 海津市歴史民族資料館リニューアル検討委員会委員
- ・岐阜県 平成30年7月豪雨災害検証委員会委員
- ・岐阜県 岐阜県国民保護協議会委員
- ・岐阜県 建設業広域BCM認定制度運用委員会委員
- ・認定特定非営利活動法人レスキューストックヤード 選考委員

学協会活動

- ・独立行政法人日本学術振興会 研究開発専門委員会委員(多様性をイノベーションに繋ぐ要因の研究と新たな評価法の提案 副委員長)
- ・土木学会 土木計画学研究員会少子高齢化における子育てしやすいまちづくり研究小委員会委員
- ・地域安全学会 理事
- ・日本地震工学会 論文集編集委員会

講演活動等

- ・「災害による避難と避難生活」，地域防災力向上講座，(2018.5.20，木津川市)
- ・「避難所の事例から地域の防災を考える」，地域防災力向上講座，(2018.6.9，宇治市保健・消防センター，宇治市)
- ・「河川氾濫による浸水害への備え」，地域防災力向上講座，(2018.6.9，久御山町役場，久御山町)
- ・「つながる防災活動～ムリなくできる自助・共助～」，海津市タウンミーティング・主防災リーダー研修会，(2018.7.8，文化センター，海津市)
- ・「災害が起きるとどうなる？-被災して後悔しないために-」，JAM東海With研修会，

（2018.07.14，ホテルパーク，岐阜市）

- ・「みんなで先日の土砂災害を振り返ってみよう」，下呂市小坂地区落合防災訓練，（2018.9.2，落合公民館，下呂市）
- ・「防災における自助・共助のあり方-実効性の高い活動にするためのポイント-」，「防災ネットワーク OSA」 立ち上げ総会記念講演，（2018.9.14，表佐地区まちづくりセンター，垂井町）
- ・「災害と私たちの生活（被災後の生活）」，外国人防災リーダー育成講座，（2018.10.9，OKB ふれあい会館，岐阜市）
- ・「避難所運営と仮設住宅の暮らし」，海津市防災リーダー研修，（2018.10.13，海津市総合福祉会館ひまわり，海津市）
- ・「平成 30 年 7 月豪雨 岐阜県の被害から」，震災記念堂講演会，（2018.10.28，震災記念堂，岐阜市）
- ・「避難所での暮らしを想像しよう」，減災講演会，（2018.10.30，則武小学校，岐阜市）
- ・「災害のリアル～被災するとどうなるの？～」，いこまいセミナー，（2018.11.14，岐阜大学，岐阜市）
- ・「防災気象情報などを活用しよう」，宮津市消防団図上訓練，（2018.11.17，宮津市防災拠点施設，宮津市）
- ・「避難所運営ゲーム」，岐阜女子大学，（2018.11.26，岐阜女子大学，岐阜市）
- ・「クロスロード市民編」，瑞浪市タウンミーティング，（2018.12.11，瑞浪市消防防災センター，瑞浪市）
- ・「多様な視点からの出勤・帰宅困難者対策について」，女性等多様な視点での防災対策意見交換会，（2018.12.18，京都平安ホテル，京都市）
- ・「防災気象情報などを活用しよう」，やさしい日本語勉強会，（2018.12.22，京都府国際センター，京都市）
- ・「清流の国ぎふ 防災・減災センターとオンライン防災講座の取り組み」，山梨大学 地域防災・マネジメント研究センター 勉強会，（2019.01.18，山梨大学，山梨市）
- ・「避難所でのくらしも準備と工夫で結構変わる」，防災講演会，（2019.1.20，高山市文化会館，高山市）
- ・「HUG で SDGs を考える」，（2019.1.21，岐阜大学サテライトキャンパス，岐阜市）
- ・「平成 30 年 7 月豪雨による岐阜県の被災概要～関市を中心として～」，名古屋市災害ボランティアコーディネーター養成講座，（2019.1.27，名古屋学院大学，名古屋市）
- ・「実際に役立つ防災活動へ！」，地域防災力向上講座，（2019.1.29，長岡京市役所，長岡京市）
- ・「地震における避難及び地域住民による避難所の運営等について」，地域防災力向上講座，（2019.1.29，八幡市文化センター，八幡市）
- ・「持続可能な地域の実現を目指した実効性のある地域の防災計画の実現にむけて」，武儀地域の防災減災の取り組み検討会，（2019.1.29，関市役所武儀事務所，関市）
- ・「地域の復旧と復興」，飛騨市防災リーダー養成講座，（2019.2.3，飛騨市古川町総合会館，飛騨市）
- ・「災害ボランティア活動の支援にあたって」，災害ボランティア支援職員スキルアップ研修，（2019.2.12，OKB ふれあい会館，岐阜市）
- ・「過去の災害から現在を知る」，災害アーカイブワークショップ，（2019.2.17，やすらぎの家，川辺町）

- ・「日ごろからできる防災活動って何だろう？」，防災研修会，（2019.2.26，大垣市総合福祉会館，大垣市）
- ・「自主防と消防団との協働それぞれの役割について～避難行動と避難支援～」，南山城村消防団・南山城村自主防災組織連絡協議会 合同図上訓練，（2019.3.17，南山城村文化会館，南山城村）

氏名： 魏 永芬

発表論文

1. Hongjie Gui, Fusheng Li, Yongfen Wei, Toshiro Yamada: Adsorption characteristics of natural organic matter on activated carbons with different pore size distribution, International Journal of Environmental Science and Technology. August 2018, Volume 15, Issue 8, pp 1619-1628.
2. Wei Chaohai, Ru Xuan, Yang Xingzhou, Feng Chunhua, Wei Yongfen, Li Fusheng: Energy saving strategy based on oxygen control in wastewater bio-treatment. Chemical Industry and Engineering Progress. Vol. 11, 4121-4134, 2018. (in Chinese with English summary)
3. Guangyu Cui, Fusheng Li, Shuailei Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Toshiro Yamada, Xiaoyong Fu, Kui Huang: Changes of quinolone resistance genes and their relations with microbial profiles during vermicomposting of municipal excess sludge. Science of the Total Environment, 644, 494-502, 2018.
4. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li: Sorption capacity of cesium on different forest and agricultural soils. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 317, 1429-1438, 2018.
5. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li: Fixation capability of recycling materials as potential additives for cesium immobilization in contaminated forest soil. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 319 (1), 315-326, 2019.
6. Huijuan SHAO ・魏永芬・李富生：産業廃棄物系吸着資材のセシウムの植生と土壌浸出水への移行に対する抑制効果．環境科学会誌，32（1），1-10，2019.

学会発表

1. Huijuan Shao and Yongfen Wei, Immobilization of cesium in contaminated forest soil using various additives: evaluation based on the inhibition effect on its transfer to grass, , UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences, P07, 岐阜, 2018.10.18.
2. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Inhibition of transfer of cesium from contaminated forest soil to vegetation by different sorbent materials, 公益社団法人日本水環境学会中部支部研究発表会, 2018.11.5.
3. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Immobilization of cesium in contaminated soil using biochar, incinerated sewage sludge ash and zeolite, 3rd International symposium of river basin studies -Integrated river basin science towards adaptation to climate and societal changes, 岐阜, 2019.3.6.
4. Shiamita Kusuma Dewi, Yongfen Wei, Huijuan Shao, Inhibition Effect of Wood Ash on Transfer of Arsenic from Contaminated Soil to Vegetation, 3rd International symposium of river basin studies -Integrated river

basin science towards adaptation to climate and societal changes, 岐阜, 2019.3.6.

5. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Inhibition effects of different sorbent materials on cesium transfer from contaminated forest soil to vegetation and water, 1-D-10-2, 第53回日本水環境学会年会, 山梨甲府, 2019.3.7.

教育活動

・担当科目

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)

自然科学技術研究科（修士課程）：

(1) 水環境リーダー育成プログラム関連科目：

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, インターンシップ

(2) 応用生物系：物質動態計測特論, Advanced Topics on Irrigation Engineering

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

博士後期課程（連合農学研究科）： 1名（うち, 外国人留学生1名）

研究生： 1名（うち, 外国人留学生1名）

・社会活動

中国蘭州交通大学兼職教授

氏名： 石黒 泰

発表論文

1. Trianda Y., Desmiarti R., Fujisawa T., Ishiguro Y., Li, F. (2018) Study of suspended impurities origin and composition in the treatment process of johkasou system, ASEAN Journal of Chemical Engineering, 18 (2), 54-61.
2. Guangyu Cui, Fusheng Li, Shuailei Li, Sartaj Ahmad Bhat, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Toshiro Yamada, Xiaoyong Fu, Kui Huang (2018) Changes of quinolone resistance genes and their relations with microbial profiles during vermicomposting of municipal excess sludge, Science of the Total Environment, 644, 494-502.
3. 石黒 泰, 崔 广宇, 藤澤 智成, 安福 克人, 奥村 信哉, 玉川 貴文, FAJRI Joni Aldilla, 李 富生 (2018) 合併処理浄化槽における微粒子および細菌の変動と処理水槽内水中の残存有機物, 土木学会論文集G（環境）74(7) III_415-III_422.

学会発表

1. Wenjiao Li, Guangyu Cui, Yasushi Ishiguro and Fusheng Li (2018) Antibiotics resistance genes in vermicomposting of fruit and vegetable waste added with excess activated sludge, UGSAS-GU & BWEL

Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences 2018（Gifu）

2. 丸山宏樹, 李 富生, 石黒 泰, 李 文驕 (2019) 河川水を長期通水した生物活性炭層内における薬剤耐性遺伝子の存在と 16SrDNA 及び溶存有機物との関係, 第 53 回 日本水環境学会年会 (山梨)
3. Yasushi Ishiguro, Katsuhito Yasufuku, Fusheng Li (2019) Household wastewater treatment by Johkasou: Impacts of operational conditions, The 1st Joint International Seminar and Field Studies of South China University of Technology and Gifu University on Water Treatment and Waste Management (Guangzhou, China)

教育活動

・担当科目

流域水環境リーダー育成プログラム：

地域環境社会特論，地球環境社会特論，地球環境セミナーI，環境リーダー育成特別演習，環境ソリューション特別演習 I，環境ソリューション特別演習 II，国内グループインターンシップ

氏名： 丸谷 靖幸

発表論文

1. 児島利治, 丸谷靖幸, 原田守啓, 斜面崩壊危険度予測のための 20 km メッシュ d4PDF 確率降雨量のバイアス補正值の提案, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp.133-138, 2018.
2. 原田守啓, 丸谷靖幸, 伊東瑠衣, 石崎紀子, 川瀬宏明, 大楽浩司, 佐々木秀孝, JRA-55 再解析データのダウンスケーリング実験における地形モデル選択が洪水流出解析に及ぼす影響, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp.103-108, 2018.
3. 丸谷靖幸, 原田守啓, 伊東瑠衣, 川瀬宏明, 大楽浩司, 佐々木秀孝, 気候変動影響評価に向けた気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp.109-114, 2018.
4. 丸谷靖幸, 原田守啓, 伊東瑠衣, 川瀬宏明, 大楽浩司, 佐々木秀孝, 気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響に関する検討, 土木学会論文集 G (環境), Vol.74, No.5, pp.147-156, 2018.
5. K. Nakayama, Y. Maruya, K. Matsumoto, K. Komai and T. Kuwae, Nitrogen fluxes between the ocean and a river basin using stable isotope analysis, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol.212, pp.286-293, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.07.015>.

総説・論説

1. 村岡裕由, 丸谷靖幸, 永井信, 山地森林の炭素循環と生態系機能の環境応答に関する長期・複合的研究の展望, 地学雑誌, Vol.128(1), pp.129-146, 2019, doi:10.5026/jgeography.128.129.
2. 田中智大, 渡部哲史, 小槻峻司, 林善晃, 丸谷靖幸, 峠嘉哉, 山崎大, 木村匡臣, 田上雅浩, 江草智弘, 橋本雅和, 仲吉信人, 最前線の水文・水資源学～WACCA 世代の挑戦～, 水文・水資源学会誌, Vol.31, No.6, pp.509-540, 2018.

学会発表

1. Y. Maruya, S. Watanabe, Creation of pseudo observational data using reanalysis data for climate change impact assessment in a data scarce catchment, Asia Oceania Geosciences Society 2018, Hawaii Convention Center, Honolulu, Hawaii, June 2018.
2. Y. Maruya, Climate change impact assessment on nutrient circulation using General Circulation Models output in Shiretoko, Japan, Global Land Programme 2018 Asia Conference, GIS NTU Convention Center, Taipei, Taiwan, September 2018.
3. 丸谷靖幸, 原田守啓, 伊東瑠衣, 川瀬宏明, 大楽浩司, 佐々木秀孝, 気候変動影響評価に向けた降雨分布の空間解像度が流出解析に与える影響に関する検討, 第26回地球環境シンポジウム, 長崎大学文教キャンパス, 2018年9月.
4. 丸谷靖幸, 原田守啓, 再解析データ JRA-55 を用いた降雨の空間解像度が洪水流出に与える影響評価, 第31回(2018年度)水文・水資源学会総会研究発表会, 三重大学, 2018年9月.
5. 丸谷靖幸, 栗屋善雄, 村岡裕由, 玉川一郎, 児島利治, 原田守啓, 斎藤琢, 早川博, 駒井克昭, 呉修一, 手計太一, 星川圭介, 流域圏保全学推進研究グループ 活動報告, 第31回(2018年度)水文・水資源学会総会研究発表会, 三重大学, 2018年9月.
6. 丸谷靖幸, 原田守啓, 伊東瑠衣, 川瀬宏明, 大楽浩司, 佐々木秀孝, 気候変動影響評価に向けた気候モデルおよび影響評価モデルの不確実性の評価, 第63回水工学講演会, 北海道大学, 2018年11月.
7. Y. Maruya, Research prospect on integration of hydrology and ecology in river basin study, The 3rd of International symposium of river basin studies -towards the interdisciplinary study for sustainable basin environment and human well-being-, Gifu University, March 2019.

学協会活動

- ・土木学会水工学委員会グローバル気候変動適応研究推進小委員会 委員
- ・水文・水資源学会学会誌「発想のたまご」編集担当委員

その他

- ・田中智大, 丸谷靖幸, 綿貫翔, 「水行政・水ビジネス・水研究連携に関する若手研究者・若手実務者討論会」報告, 水文・水資源学会誌, Vol.31, No.6, pp.574-576, 2018.
- ・五十嵐康記, 江草智弘, 小槻峻司, 丸谷靖幸, シリーズ「発想のたまご」4年間の「若手のページ」・「発想のたまご」編集担当を終えて, 水文・水資源学会誌, Vol.31, No.6, pp.615-616, 2018.

（３）外国人研究員・非常勤研究員実績

平成30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	GuruNanakDevUniversity 教授 ビップ・アダーシュ・パル VIG Adarsh Pal インド	有機系廃棄物のコンポスト化処理における重金属成分の影響に関する研究	平成30年 12月1日 ～ 平成31年 3月31日	人口増加と都市化の進行に伴って大量に発生する生ゴミや下水処理施設からの余剰汚泥などの有機系廃棄物は腐敗しやすい性質を有する反面、適切に処理されれば有機資源として利用される価値がある。コンポスト化処理は好気性微生物群の働きによって腐敗しやすい有機物の分解、有機体窒素や有機態リンの無機化を行い、有機系廃棄物の安定化と資源化を実現する有効な手法の1つであるが、廃棄物中の銅、鉛、カドミウムなどの重金属の存在により処理効率が変化する。本研究は、従来の物理化学的指標に基づいた評価に、微生物群集構造と微生物活性の変化を加えた評価を行い、その上、様々な統計解析手法に基づいた関係解析から有機系廃棄物のコンポスト化処理に対する重金属成分の影響を総合的考察したものである。得られた成果は3月に開催された国際シンポジウムにて発表された。

平成30年度非常勤研究員雇用実績報告書

流域圏科学研究センター

氏名	雇用期間	非常勤研究員採用により得られた効果等
RAHMA YANDA	平成30年 4月1日 ～ 平成31年 4月30日	河川中上流域における生物生息場と流れの特徴的な構造との関係性に着目し、石礫床上の流れの鉛直分布を表現する手法について研究を進めた。粗度が大きい流れ場における流れ場を表現する従来の Double-averaged Navier-Stokes 方程式に対して、少ないパラメータで流速の鉛直分布を表現可能な Tangent hyperbolic 関数に着目し、半理論半経験式として、従来手法に比べて大幅に少ない計算量によって流れの鉛直分布を記述する手法を考案した。本手法は、河川中上流域の広い流況における流れ場の表現及び物理生息環境評価に適用可能である。
Sartaj Ahmad Bhat	平成30年 4月1日 ～ 令和2年 3月31日	

（４）高山試験地報告

吉竹 晋平・鈴木 浩二・平塚 肇

1. 高山試験地概略と今年度の活動概要

高山試験地は本研究センターの重要研究拠点であり、試験地スタッフはセンター内外の研究者・学生による研究・教育活動の推進・支援業務と、施設および研究サイトの維持管理業務を行っている。本年度もこれまでに引き続いて、集中的な炭素循環研究が行われている2つの研究サイト（温帯落葉広葉樹（TKY）サイトおよび常緑針葉樹（TKC）サイト）を中心にこれらの業務を行った。（下記2. 参照）

本年度は、5月から6月にかけて「日本・ノルウェー共同教育プログラム」の一部として、高山試験地での国際生態学野外実習が実施された。ノルウェーおよび日本各地から参加した学生・留学生の国籍は10ヶ国にのぼり、国際色豊かな実習となった。参加者からは、実習プログラムそのものに加えて、高山試験地が有する野外研究サイトや充実した研究環境、スタッフによる支援体制に対しても高い評価を受けた。

8月には学長および理事による現地視察をして頂いた。本学の強みでもある環境科学分野に関わる教育・研究において高山試験地が果たしている役割を深く理解して頂くとともに、野外研究サイトにおける観測・研究の実態を視察して頂いた。また、試験地庁舎の機器・設備面での課題等についても議論することができた。今後も継続的にこのような視察等が実施されることで、高山試験地の位置づけや課題等について相互に理解が深まることを期待したい。

9月には新たな研究展開のための研究用地を求める声がセンター教員から挙がり、これに対応する形で現在高山市より借用している研究サイトの借用面積変更手続きを行い、新たな流域研究が円滑にスタートするよう支援した。同じく9月には台風による倒木や長期停電が発生したが、試験地職員は情報収集に努めるとともに、機器や試料等に悪影響が及ばないように対応した。

2. 高山試験地スタッフの業務について

① 本センター関連、研究・教育支援

- ・ 研究・調査のためのフィールドサイトの選定（選定地の地主許可手続き等を含む）
- ・ 生態観測櫓2基の保守（定期目視検査および業者による点検手続きと確認）
- ・ 各研究サイトにおけるリタートラップの設置、リターの回収・仕分けおよび乾重測定、破碎作業
- ・ 研究サイトに供している公有地、民有地の借用許可および更新手続き

② 岐阜大学、他大学の研究・教育支援および各種研究機関への支援

- ・ 産業技術総合研究所：データ集積棟内の異常時の機器保守補助および当該研究所への降雨・降雪サンプルの提供と気象データの配信
- ・ 筑波大学・海洋研究開発機構など：森林生態系観測用機器類の保守補助

③ 庁舎および庁舎周辺の維持管理一般業務

- ・ 庁舎含め建造物の維持管理（給排水設備、暖房用ボイラー、電気、ガス、地上灯油タンク、消防設備の定期点検および庁舎周辺の環境整備、冬季の除雪作業）
- ・ 備品などの保守管理（研究用試料調整機器、各種計測機器、乾燥機、共用車（ヴァンガードおよび軽トラックキャリー）、下刈り機、除雪機、チェーンソー、その他電化製品一般）
- ・ 定時気象観測とデータの管理

④ その他 関連業務

- ・ 試験地気象データの配信
- ・ 高山試験地植物標本庫管理
- ・ シンポジウム、ワークショップ、集中講義、実習期間中における宿泊等手配、資料作成補助
- ・ 高山試験地利用者の受付と利用方法の周知徹底
- ・ 「乗鞍高原連絡協議会」への参加（理事）と環境保全作業への積極的な参加
- ・ 高山市民で組織する「高山市快適環境市民会議」（教育部会）に加入し、環境教育の一端を担う

3. 高山試験地利用者実績

本年度はのべ567（人・日）の利用があり、これは前年度の値474（人・日）に比べると約20%増であった（表1）。利用者の実数は、昨年度129人に対して今年度は128人とほとんど変化していなかったが、増加の要因として昨年までと同様の学内外の研究グループによる継続的な利用に加えて、「日本・ノルウェー共同教育プログラム」による大人数での長期利用などが寄与していると考えられる。

表1. 平成30年度 高山試験地利用者数

区分		実人数 (人)	のべ数 (人・日)	(内数)													
				身分												外国人	
				教員		研究員				院生		学部生		他			
						若手(≤35)		若手以外									
				実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数
岐阜大学	センター	15	195	9	94	1	1	0	0	3	60	1	30	1	10	4	70
	(内、女性数)	4	63	0	0	1	1	0	0	2	32	1	30	0	0	2	32
岐阜大学	センター以外	43	113	6	18	0	0	0	0	19	42	13	48	5	5	7	9
	(内、女性数)	12	49	0	0	0	0	0	0	7	15	5	34	0	0	2	2
国立大学		29	79	6	14	1	4	1	1	14	43	4	14	3	3	9	22
	(内、女性数)	7	18	0	0	0	0	0	0	5	14	1	3	1	1	1	1
公立大学		10	23	2	9	0	0	0	0	1	2	7	12	0	0	0	0
	(内、女性数)	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0
私立大学		6	29	1	11	0	0	0	0	3	13	2	5	0	0	0	0
	(内、女性数)	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
公的研究機関		7	51	1	6	0	0	5	30	0	0	0	0	1	15	0	0
	(内、女性数)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
民間期間		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
外国期間		13	72	2	12	2	12	1	5	7	42	1	1	0	0	13	72
	(内、女性数)	7	42	1	6	0	0	0	0	6	36	0	0	0	0	7	42
その他		5	5	1	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4
	(内、女性数)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		128	567	28	165	4	17	11	40	47	202	28	110	10	33	37	177
	(内、女性数)	35	181	2	7	1	1	0	0	21	99	9	71	1	1	12	77

本年度は昨年度に比べ植物の生長期間である4月から10月の利用者数が軒並み増え、昨年度利用のなかった2月においても夏季並みの利用があったが、それ以外の積雪に覆われる冬季においての利用が大きく減った。積雪量自体多くなかったが、学生の身分の利用者が少なかったことが考えられる。例年の傾向と同様に、実際の利用者数の約半数は学外者であり（図2左）、高山試験地が共同研究等の拠点として他大学や他の研究機関に広く利用されていることが分かる。しかし一方で、のべ利用数の内訳ではセンター関係者の比重が3割強と減少の傾向にあり（図2右）、今後のセンター関係者の活発な教育・研究活動が待たれる。

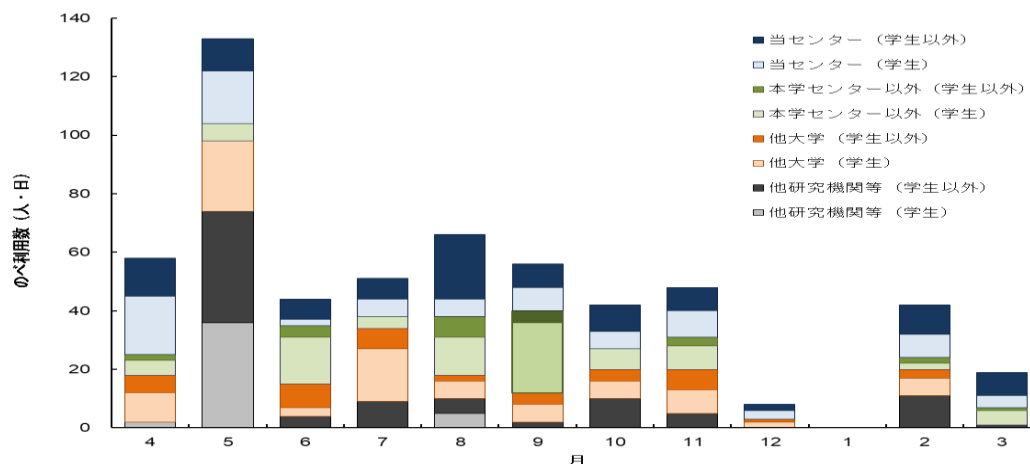


図1. 高山試験地の月別利用者数（のべ数）の推移と所属内訳

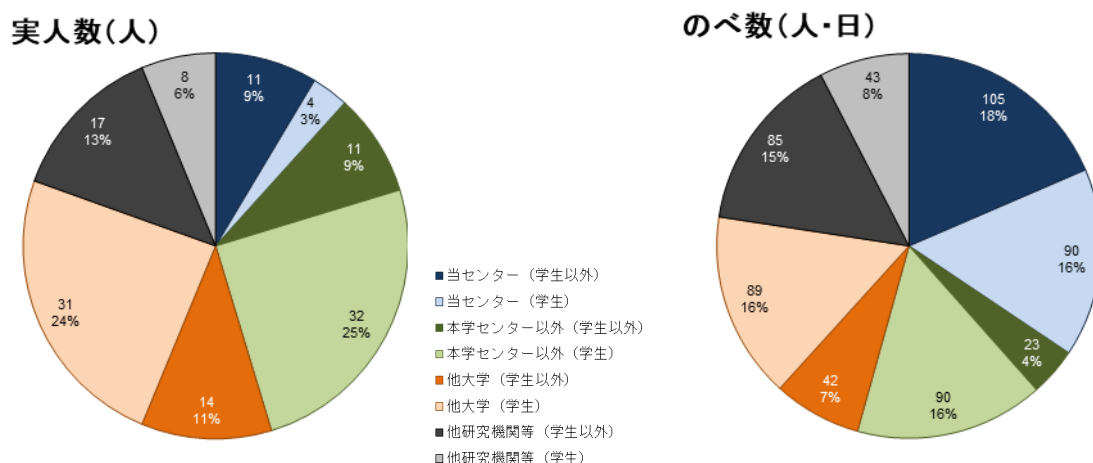


図2. 高山試験地利用者の内訳

なお、本センター以外の利用者の主な所属は以下の通りであった。

【学内（本学センター関係者以外）】工学部、応用生物科学部、自然科学技術研究科、連合農学研究科

【学外】（他大学）信州大、筑波大、京都大、神戸大、北海道大、早稲田大、金沢大、広島大、横浜国立大など

（公的機関）産総研、森林総研、極地研、国環研

（外国機関）University of Sheffield（イギリス）、University of Alnarp（スウェーデン）、Gothenburg Botanical Garden（スウェーデン） Uit The Arctic University of Norway（ノルウェー）

4. 今後の課題

本年度こそ昨年度よりのべ100（人・日）の利用者増であったが、ピーク時には1000（人・日）を超える利用者があったと考えると、研究環境の変化とはいえ、高山試験地でののべ利用者数は減少を続けており、高山試験地としてはより一層の研究者・学生の受け入れを進めていきたい。そのためには、これまでどおり研究・調査活動への側面的支援や、築40年を経て老朽化による庁舎内設備・施設の更新などを進めると同時に、関連教員等に積極的に働きかけ、新たな高山試験地を利用した研究・教育活動のきっかけを作っていきたい。

<付属資料>

マスメディア等における教員の活動紹介

[平成30年4月1日～平成31年3月31日]

植生資源研究部門

植生機能分野

助手

吉竹 晋平

水系安全研究部門

水系動態分野

准教授

原田 守啓

流域情報研究部門

地盤安全診断研究分野

准教授

小山 真紀

地盤災害診断研究分野

准教授

久世 益充

環境資源解析分野

准教授

児島 利治

共同研究支援室

水系安全研究部門

水系動態分野

特任助教

丸谷 靖幸

吉竹 晋平

新聞記事

岐阜新聞 平成 31 年 3 月 19 日 『研究室から「高山の土壌で微生物研究」』

原田 守啓

新聞記事

朝日新聞 平成 30 年 7 月 12 日 『強固な地質 人的被害拡大阻む』

中日新聞 平成 30 年 7 月 14 日 『濁流「防災、避難 総合的判断を」』

高知新聞（共同通信配信）

平成 30 年 7 月 18 日 『水害経験生かし被害抑制』

四国新聞・東奥日報（共同通信配信）

平成 30 年 7 月 18 日 『教訓生かし被害抑制』

日本海新聞（共同通信配信）

平成 30 年 7 月 19 日 『過去の教訓生き被害抑制』

環境新聞 平成 30 年 10 月 24 日 『「適応」社会への挑戦 岐阜県における行政・大学協働による適応策の推進』

Web 新聞記事

朝日新聞 平成 30 年 7 月 12 日 『川氾濫後に避難指示 避難の目安なし 岐阜県が検証へ』

朝日新聞 平成 30 年 7 月 17 日 『ヒツジもアルパカも「みんな元気です」豪雨耐えた高原』

小山 真紀

新聞記事

京都新聞 平成 30 年 5 月 21 日 『避難所運営ゲームで体験』

朝日新聞 平成 30 年 7 月 30 日 『熊本地震の救助分析 生かして』

中日新聞 平成 30 年 11 月 29 日 『新聞カフェ「避難所の環境」』

日本下水道新聞 平成 31 年 1 月 16 日 『他分野連携でシンポ』

水道産業新聞 平成 31 年 1 月 21 日 『下水道と他分野連携でシンポ』

岐阜新聞 平成 31 年 3 月 27 日 『マイボイス「自治体の災害対応課題」』

Web 新聞記事

岐阜新聞 平成 30 年 4 月 29 日 『岐阜大がオンライン防災講座 無料サイト「ガッコ」活用』

岐阜新聞 平成 30 年 8 月 4 日 『県が豪雨災害検証委を設置 月内に報告書策定』

岐阜新聞 平成 30 年 8 月 7 日 『傷んだ家復旧半ば 豪雨 1 カ月、修理費大きな負担』

久世 益充

新聞記事

岐阜新聞 平成 30 年 9 月 29 日 『みんなで防災・減災 予測される揺れ把握し地震対策』

児島 利治

新聞記事

岐阜新聞 平成 30 年 5 月 27 日 『みんなで防災・減災 木の量や土壌と洪水の関係探る』

丸谷 靖幸

新聞記事

岐阜新聞 平成 30 年 6 月 26 日 『研究室から 流域圏の問題解決を探る』