

第16号  
岐阜大学

---

流域圏  
科学研究センター報告

平成29年度 年次報告

2018年3月  
岐阜大学流域圏科学研究センター

# 平成29年度 流域圏科学研究センター 年次報告

## 目次

1. 平成29年度流域圏科学研究センター組織	1
2. 平成29年度における主な活動と行事	3
(1) 岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム	3
(2) 拠点化事業報告	8
(3) 第2回流域圏保全研究推進セミナー開催報告	11
(4) 国際セミナー報告	14
(5) その他	15
3. 平成29年度研究成果と研究活動	17
(1) 教員の研究概要	17
(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	100
(4) 高山試験地報告	102

### <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29年度		センター組織表										(H30.3.31現在)			
部門	研究分野	教授	准教授	助教	助手	外国人客員准教授	国内客員教授	兼任教員	非常勤研究員	外国人研究者	特別協力研究員	研究員	技術員 (研究推進課)	事務職員 (研究推進課)	事務担任員 技術担任員
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	日越野綾香											大坪佳代子
	植生生理生態	村岡 裕由		斎藤 琢					南野 亮子						
水素安全研究部門	植生資源						村山 昌平 <small>(東京理科大学)</small>								
	水系動脈	玉川 一郎	原田 守啓	(丸谷 靖幸)				小林 智尚 小嶋 智 白野 純 大西 健夫				永山 滋也			
	水質安全	李 奮生	廣岡佳弥子	市橋 修			渡辺 昇 <small>(東信化学工業株式会社 役員)</small> 後藤 幸造 <small>(医療法人社団順徳会 参 事)</small>	山田 俊郎				松井 智代 河口 しのぶ 栢元 那音			森 真菜菜
	水系安全国際 <small>(外国人客員)</small>					市朝海									
環境情報研究部門	環境資源解析	栗屋 善雄	児島 利治					平松 研 石田 仁	Edwina Zainal						
	地盤災害診断		久世 益充					能島 暢呂							
	流域安全		小山 真紀				大田 裕 <small>(京都大学)</small>								
流域水環境リサーチ 育成プログラム推進課			魏 永芬	石黒 泰											石神貴美子
	共同研究支援課	(村岡 裕由)		丸谷 靖幸									(鈴木 浩二)		伊藤 雪絵 (平塚 隆) (大坪佳代子) (森 真菜菜)
事務室															米田 多江 川瀬高美子
	高山試験地				(吉竹 晋平)								鈴木 浩二		平塚 隆



## 2. 平成 29 年度における主な活動と行事

### (1) 平成 29 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 (流域研)

#### 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 29 年度は前年度までに続き、学内外関係部門と連携・協力しながら、育成対象者の育成、次期育成対象者の募集、選定および来日前後の指導および支援を行った。

#### 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 29 年度は 6 カ国 45 名の育成対象者 (日本 15 名，スリランカ 1 名，バングラデシュ 1 名，中国 14 名，インドネシア 12 名，モンゴル 2 名) が在籍し，その内訳は修士課程が 1 年生 15 名 (日本人学生 9 名，留学生 6 名)，2 年生 13 名 (日本人学生 5 名，留学生 8 名) の計 28 名，博士課程が 1 年生 4 名 (日本人学生 1 名，留学生 3 名)，2 年生 6 名 (留学生のみ)，3 年生 7 名 (留学生のみ) の計 17 名である。

##### 2) 育成対象候補者の受入れ

3 カ国 (インドネシア，中国，バングラデシュ) 12 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 (バングラデシュ 3 名，インドネシア 2 名，中国 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 29 年 10 月より研究生として受け入れた。また，自然科学技術研究科 AGP に入学した 1 名 (インドネシア) 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。

#### 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，連携協力関係にある岐阜市北西部プラント，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 29 年度は 1) 下水汚泥からのリン回収事業，2) 廃食用油からのバイオディーゼル燃料の製造の 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，討議・データ解析・発表準備・レポート作成の指導を行った．

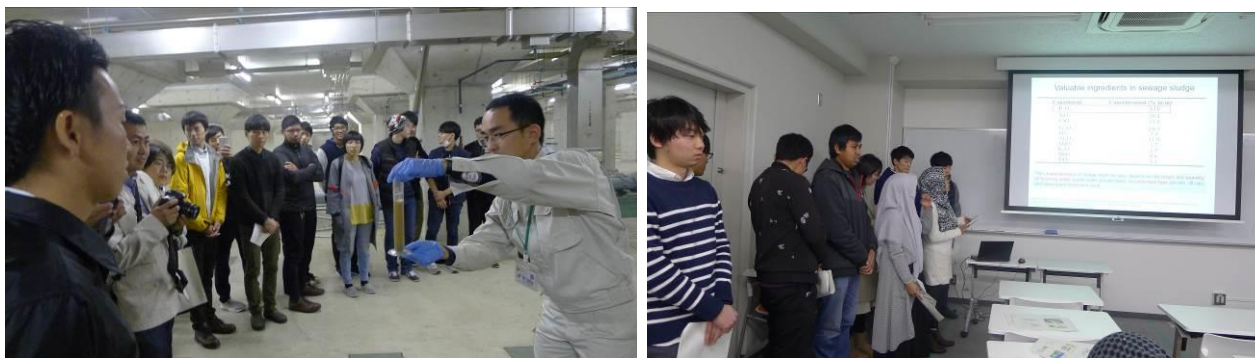


図 1 環境リーダー育成特別演習  
現場研修（左）と成果発表（右）

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

本特論は岐阜大学の組織再編に合わせ，一昨年まで隔年で開講されていた「地球環境文化特論」を平成 29 年度は前期に「地域環境文化特論」，後期に「地球環境文化特論」の 2 科目として開講した．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訓練および学生間の交流を目的として，セミナー形式での講義を行った．本特論は「地球環境セミナー II」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から構成される．グループによる発表の他，博士課程 3 年生による研究紹介も行なった．

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 地域環境文化特論/地球環境文化特論/地球環境セミナー II  
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を調査し、その結果をまとめ、英語で発表した。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環境リーダーとして環境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 29 年度は 6 名が受講した。受講学生による 2 回の公開模擬講義は 7 月 14 日と 7 月 28 日に岐阜大学で行った。



図 3 公開模擬講義実施風景

### ・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，そして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，上述の「地域環境文化特論 / 地球環境文化特論」と合同で実施した。平成 27 年度より，連合農学研究科の国費留学生優先配置プログラムの学生も本講義に受け入れている。

## 4. 学外研修

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

## 1) 国内グループインターンシップ

一般財団法人岐阜県環境管理技術センターを受入機関として実施し、本プログラムの修士 1 年の留学生 5 名とプログラム外の修士 1 年の留学生 1 名の合計 6 名が参加し、9 月 4～8 日と 11 日～15 日のそれぞれ 5 日間、各 3 名ずつで研修を行った。本研修では浄化槽による個別汚水処理システムに関する研修を受けると共に、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

平成 29 年度は 9 月 17 日～24 日の 8 日間、中国の合肥市と南京市、上海市の 3 都市で実施した。修士 1 年生 8 名、修士 2 年生 1 名、博士 1 年生の計 10 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護対策、都市の交通や衛生状況、食生活等の住環境等について研修を行った。また、参加者全員とそれに相当する人数の合肥工业大学大学院生による研究内容の紹介を主とした合同研究発表会を開催し、交流と親睦を深めた。



図 5 中国合肥市での研修風景

## 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。

- ・ 8 月 29 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」を開催した。本ポスターセッションにおいて本プログラムからは 14 名の学生が発表を行い、連合農学研究科博士課程 2 年と 3 年の留学生それぞれ 1 名が Best Presentation Award を受賞した。

- ・ 3 月 7 日、ぎふメディアコスモスにて開催された「環境教育実施 NPO 等市民団体活動報告会及びぎふ・水環境ネットワーク総会」において留学生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を行った。

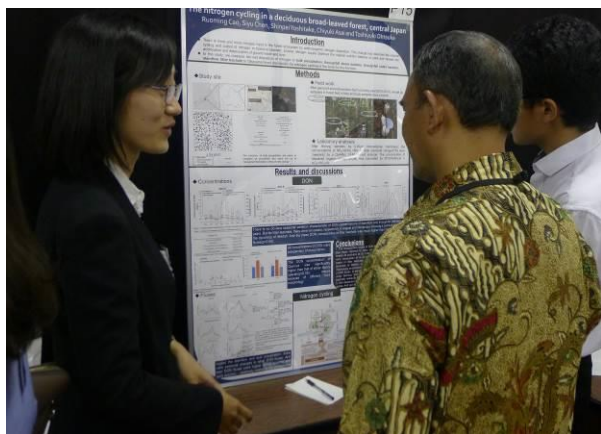


図 6 UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences での発表



図 7 環境教育実施 NPO 等市民団体活動報告会及びぎふ・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）23 号、24 号、25 号を発行した。
- ・ 岐阜大学広報誌「岐大のいぶき」34 号に本プログラムの紹介記事が掲載された。

## （2）拠点化事業報告

### 共同研究支援室活動報告

所 属： 共同研究支援室  
氏 名： 村岡 裕由・丸谷 靖幸・伊藤 雪絵・鈴木 浩二・平塚 肇・大坪 佳代子・  
森 真菜実

#### 1. はじめに

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）、国内外の学生の研究やトレーニング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る。

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体系化、および科学コミュニティと地域社会との協働体制の促進を図るための共同利用・共同研究拠点の機能の強化を進めている。なお本事業は概算要求（全国共同利用・共同実施分 新たな共同利用・共同研究体制の充実）『流域圏保全を核とした学際的部研究分野「流域圏科学」の拠点強化』として推進されている。

本事業によって平成 29 年度に進めてきた活動内容を以下に報告する。

#### 2. 活動内容

平成 28 年度からは“流域圏保全を核とした学際的研究分野「流域圏科学」の拠点強化”として文部科学省の支援を受けながら、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る。本年度も継続して本事業を実施した。本事業による募集課題は次の通りである。

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

平成 29 年度は、重点研究課題 8 件、一般研究課題 14 件、国際共同研究課題 1 件、研究集会課題 1 件の計 24 件の応募があり、これら全ての課題が採択されて実施された。

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る。また平成 29 年 11 月には学内・学外の有識者による拠点運営協議会も正式設置して本事業の運営にあたっている。

平成 30 年度の共同利用・共同研究課題についてはすでに募集を開始している（重点課題、国際研究課題、研究集会は平成 30 年 4 月に受付終了、一般研究課題は随時受付中）。

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研究者や学生の協力を得ながら、流域圏科学、および流域圏保全学の推進を支援していきたい。

## 平成 29 年度共同研究・研究集会公募事業

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》として醸成するための、基礎から応用分野に至る共同研究の促進を踏むため、「共同研究・研究集会公募事業」を平成 28 年度より実施している。平成 29 年度の採択課題は以下の通りである。

## 募集研究テーマ：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

	課題名	共同研究区分	代表者（所属機関）	センター受入研究者
1.	釧路湿原流域における溶存炭素流出量の将来予測－豊穡な親潮沿岸域を支える流域の機能解析－	重点研究課題	駒井 克昭（北見工業大学）	丸谷 靖幸
2.	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－常呂川流域を対象として－	一般研究課題	早川 博（北見工業大学）	丸谷 靖幸
3.	レーザー式簡易雨滴計を用いた雨雪判別	一般研究課題	上野 健一（筑波大学）	玉川 一郎
4.	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	一般研究課題	岩男 弘毅（産業技術総合研究所）	村岡 裕由
5.	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	一般研究課題	村山 昌平（産業技術総合研究所）	村岡 裕由
6.	森林における土壌有機物動態に関する研究	一般研究課題	飯村 康夫（滋賀県立大学）	吉竹 晋平
7.	Research of mercury removal from flue gas via vapor deposition process modified fly ash	国際研究課題	Wenhan Li (North China Electric Power University)	李 富生

## 募集研究テーマ：2. 生態系の動態と機能の解明と予測に関する研究

	課題名	共同研究区分	代表者（所属機関）	センター受入研究者
1.	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	重点研究課題	永井 信（海洋研究開発機構）	斎藤 琢
2.	木曾川水系のシダ植物多様性に基づく災害回避景観特性の検出	重点研究課題	佐藤 利幸（信州大学）	津田 智
3.	冷温帯二次林の蒸散量と土壌呼吸速度の時間的変動と環境応答特性の解明	重点研究課題	安立 美奈子（筑波大学）	斎藤 琢
4.	長期継続的な樹種ごとの集群バイオマスと葉面積指数の取得	一般研究課題	永井 信（海洋研究開発機構）	村岡 裕由 斎藤 琢 吉竹 晋平
5.	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	一般研究課題	永井 信（海洋研究開発機構）	村岡 裕由 斎藤 琢 吉竹 晋平
6.	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	一般研究課題	加藤 知道（北海道大学）	村岡 裕由 斎藤 琢
7.	気候変動に伴う落葉広葉樹の樹幹形成フェノロジーおよび年輪構造変動のメカニズムの解明	一般研究課題	安江 恒（信州大学）	村岡 裕由 斎藤 琢
8.	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	一般研究課題	安江 恒（信州大学）	村岡 裕由 斎藤 琢
9.	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	一般研究課題	矢島 啓（島根大学）	丸谷 靖幸

**募集研究テーマ：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**

	課題名	共同研究区分	代表者 (所属機関)	センター 受入研究者
1.	日本における樹木疫病菌被害のリスク解析	重点研究課題	升屋 勇人 (森林総合研究所)	景山 幸二
2.	木曾川流域における堤防成長モデル開発に向けたデータベースの構築と分析	重点研究課題	中村 晋一郎 (名古屋大学)	児島 利治
3.	水源涵養・洪水緩和機能のシミュレーション評価と下流域住民の受益意識調査の統合：森林管理に対する流域全体でのコミットメントに向けて	重点研究課題	太田 貴大 (長崎大学)	児島 利治
4.	中山間地の小集落を基盤としたコンパクト地区防災ネットワークの構築	重点研究課題	阪本 真由美 (兵庫県立大学)	小山 真紀
5.	岐阜県の冠雪害発生予測技術の開発	一般研究課題	久田 善純 (岐阜県森林研究所)	児島 利治 斎藤 琢
6.	気候変動に伴うスギの光合成変動予測	一般研究課題	小林 元 (信州大学)	斎藤 琢

**募集研究テーマ：4. 流域資源・エネルギーの保全・活用に関する研究**

	課題名	共同研究区分	代表者 (所属機関)	センター 受入研究者
	該当なし			

**募集研究テーマ：5. その他、流域圏科学の発展、流域圏保全に資する研究**

	課題名	共同研究区分	代表者 (所属機関)	センター 受入研究者
1.	庄川を対象とした流域保全シナリオの開発ー流域圏シミュレーターの利活用ー	一般研究課題	呉 修一 (富山県立大学)	丸谷 靖幸

**研究集会**

	課題名	代表者 (所属機関)	センター 受入研究者
1.	湖沼における長期生態モニタリング	瀬戸浩二 (島根大学)	斎藤 琢 村岡 裕由

### （3）第 2 回流域圏保全研究推進セミナー開催報告

#### 第 2 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、流域圏の総合的な解明と将来変動予測、生態系サービスと自然災害リスクの評価などの分野融合的な研究を通じて持続可能な流域圏の実現に資する「流域圏保全学」の創生を目指して、関連研究コミュニティとの共同研究と人材育成を推進しており、その活動の一環として、3月8日（木）と9日（金）に国際シンポジウム「2nd International symposium of river basin studies -towards the interdisciplinary study of the sustainable utilization and management of river basin systems-」を含む「第2回流域圏保全研究推進セミナー」を柳戸キャンパスで開催しました。（主催：流域圏科学研究センター、後援：水文・水資源学会、日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER））

初日は、栗屋流域圏科学研究センター長の趣旨説明、福士岐阜大学理事の挨拶で始まり、7件の研究成果報告と高山試験地、流域水環境リーダー育成プログラム、共同研究支援室の活動報告が行われました。2日目の国際シンポジウムは、森脇岐阜大学長の挨拶で始まり、中国からの講演者を含む4件の招待講演と27件のポスター発表が実施されました。2日間の参加者は学外者19名を含む合計61名（内、留学生12名）で、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。今後も同センターでは、関連研究コミュニティと共同研究を推進し、流域圏保全研究推進セミナーを毎年開催することにより、当該分野の醸成を促進することとしています。

以下、プログラムと当日の様子を伝える写真を掲載します。

初日

開催趣旨説明

福士理事挨拶

センター活動報告

重点研究課題成果報告（20分×3件）

休憩

重点研究課題成果報告（20分×4件）

閉会の挨拶



栗屋センター長 開催趣旨説明



福士理事 挨拶



会場の様子

2 日目 国際シンポジウム

学長挨拶

招待講演

Wenhan Li 先生（華北電力大学，北京）国際共同研究課題代表者

大西先生（岐阜大学）学内連携

駒井先生（北見工業大学）重点研究課題代表者

Chao-Hai Wei 先生（華南理工大学，広州）客員教授

休憩

ポスターセッションおよび昼食

休憩

ポスター賞表彰

センター長挨拶，閉会



森脇学長挨拶



招待講演



ポスターセッション



参加者集合写真

#### （４）国際セミナー報告

##### 国際セミナー「*Phytophthora Diseases*」の開催報告

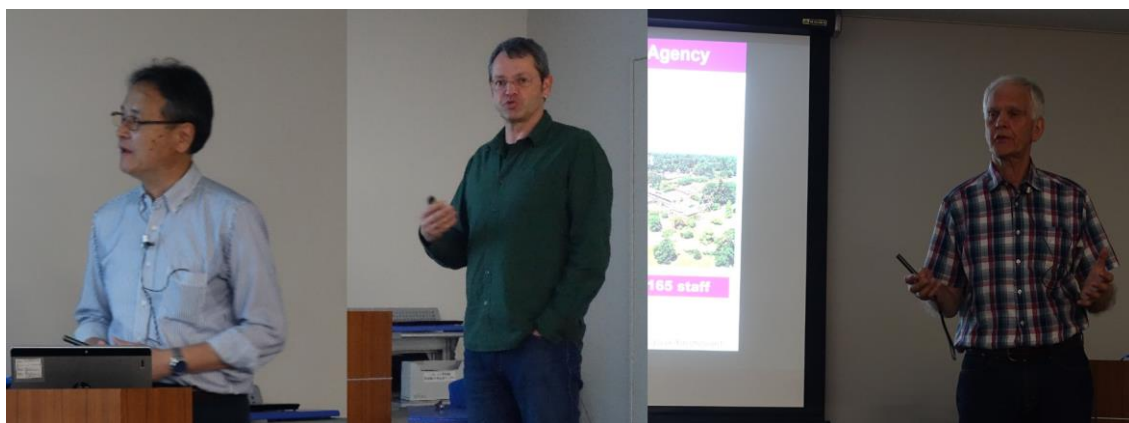
岐阜大学流域圏科学研究センター 共同研究支援室

近年、欧米で森林を枯らす病原菌として *Phytophthora* 属菌が問題となっており、日本でも地球温暖化に伴い発生することが危惧されています。本学流域圏科学研究センターでは、流域圏の総合的な解明と将来変動予測、生態系サービスと自然災害リスクの評価などの分野融合的な研究を通じて持続可能な流域圏の実現に資する「流域圏保全学」の創生を目指して、関連研究コミュニティとの共同研究と人材育成を推進しており、この度、本学流域圏科学研究センターで取り組んでいる共同利用・共同研究拠点化事業の一環として、6月1(木)に国際セミナー「*Phytophthora Diseases*」を柳戸キャンパスで開催しました。本セミナーでは日本の森林における *Phytophthora* 属菌の調査のために来日された3名の研究者にご講演いただきました。

はじめに、当センターの景山幸二教授より *Phytophthora* 属の最近の分類法の紹介と日本でもこれまでに報告されている菌株の再評価についてご講演いただきました。続いて、Dr. Thomas Raimund Jung (チェコ, メンデル大学 *Phytophthora* 研究センター) より、世界中で撮影された病害の写真、動画およびCG映像を交えながら、*Phytophthora* 病害の起源についてご講演いただきました。最後に、Dr. Clive Brasier および Dr. Joan Webber

(イギリス, アリスホルトロッジ森林研究所) より、森林病害、特に *P. ramorum* の脅威について、ヨーロッパおよび北米の発生要因、被害状況、およびイギリスでとられている防除策についてご講演いただきました。

本セミナーの参加者は学外者6名を含む合計34名(内、留学生9名)で、会を通して活発な意見交換が行われました。また、Dr. Marília Horta Jung(チェコ, メンデル大学 *Phytophthora* 研究センター) からも数々の貴重なご意見をいただきました。本セミナーは世界的に有名な研究者の研究活動に触れる機会となり、共同利用・共同研究拠点化事業の波及効果として位置付けられる代表的な事例となりました。



講演の様子（左から、景山教授，Dr. Jung，Dr. Brasier）





質疑応答の様子

## （5）その他

### 平成 29 年度 日本気象学会中部支部研究会 報告

流域圏科学研究センター玉川一郎

2017 年 11 月 27 日、28 日に、岐阜大学流域圏科学研究センター会議室において、日本気象学会中部支部研究会が気象学会と岐阜大学の共催で行われました。長谷川洋平（中部支部長/名古屋地方気象台）氏による開会の辞のあと、2 日間にわたり 30 件の講演が行われ、岐阜大学の玉川の講評で締めくくられました。講演者は、登壇者の所属だけでも、多治見気象の会、長野県環境保全研究所、津地方気象台、三重大学、富山大学、名城大学、名古屋地方気象台、日本気象予報士会東海支部、岐阜大学、松阪高校、清水西高校、東海大学、名古屋工業大学、名古屋大学と多岐にわたり、活発な議論が行われました。



### 3. 平成 29 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 助手	大塚 俊之 吉竹 晋平
植生管理研究分野	教授 准教授	景山 幸二 津田 智
植生整理生態研究分野	教授 助教	村岡 裕由 斎藤 琢
植生警官研究分野	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 准教授	玉川 一郎 原田 守啓
水質安全研究分野	教授 准教授 助教 客員教授 客員教授	李 富生 廣岡 佳弥子 市橋 修 渡辺 昇（東海公営事業株式会社） 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 准教授	粟屋 善男 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 客員教授	小山 真紀 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（連合農学研究科），曹 若明・國枝 秀（応用生物科学研究科），荒井 秀（応用生物科学部），吉竹 晋平（流域圏科学研究センター），近藤 美由紀（国立環境研），飯村 康夫（滋賀県立大），金城 和俊（琉球大），藤嶽 暢英・友常 満利（神戸大），小泉 博（早稲田大），Sasitorn Pongparn（チュラロンコン大）

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、タイ王国トラート川河口のマングローブ林の炭素プールと炭素動態について報告する。

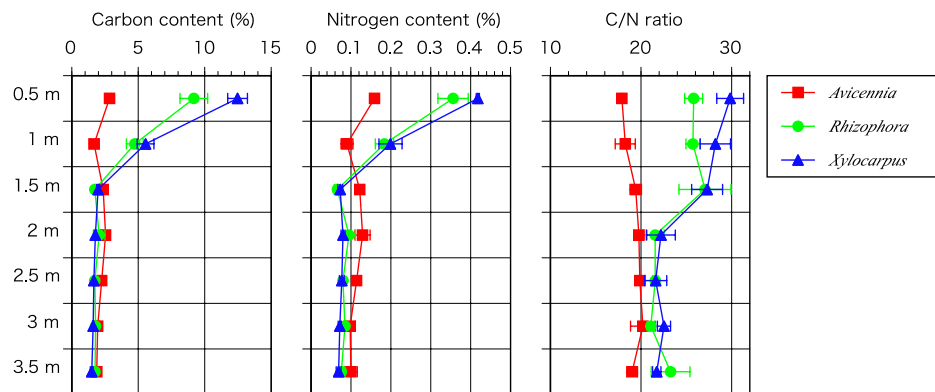
マングローブとは、熱帯・亜熱帯地域の河口のように潮汐の影響を受ける立地に生育する特異な植物群である。地球上の森林の中でマングローブ林（特にその土壌圏炭素 [SOC] プール）は最も Carbon-rich な生態系であり、地球温暖化問題を背景にして注目が集まっている。巨大な炭素貯留量を持つマングローブ林の保全そのものが、CO<sub>2</sub> 放出削減のための潜在的な低コストオプションでみなされ、その炭素循環の解明が重要である。現在までの研究では、熱帯環境での大きな純一次生産量 (NPP) と嫌氣的土壌での小さな従属栄養生物呼吸量 (HR) のために、マングローブ林は非常に大きな生態系純生産量 (NEP) を持つと考えられてきた。しかしながら、マングローブ生態系内の溶存無機炭素 (DIC) 生成やその動態など、水を介した流出プロセスに関する情報は限られており、CO<sub>2</sub> 収支の評価には不確実性が残されている。本研究では東南アジアのマングローブ林の土壌圏炭素とその動態を明らかにするために、SOC プールの定量的評価と、水系を介した DIC 流出について解析を行った。

### 1. トラート川河口マングローブ林の土壌圏炭素プール

調査は、カンボジアとの国境からタイ王国の南東端に流れるトラート川河口域に分布するマングローブ林 (12°12'N, 120°33'E) を対象とした。この地域のマングローブ二次林では、バイオマスや植生分布などの生態学的調査がチュラロンコン大学のチームによって実施されており (Pongparn et al. 2009, 2012)、川岸から内陸部に向かって 4 つの植生帯 (*Sonneratia-Avicennia*, *Avicennia*, *Rhizophora*, *Xylocarpus* zones) に分類される。地上部バイオマスは、乾燥重量ベースで ha 当たり、それぞれ 189.3 ± 11.4 ton, 156.8 ± 9.7 ton, 257.7 ± 7.7 ton, 222.1 ± 4.3 ton であった (Umnousin et al. 2012)。2017 年 9 月に、川岸の *Sonneratia-Avicennia* 帯を除く三つの植生帯において、50 cm のピートサンプラーを用いて深さ 3.5 m までの土壌をサンプリングした。サンプリング後、50 cm 毎の土壌を混合して生きている細根を除去し、風乾細土として調整した後に、CN アナライザーを用いて、土壌中の炭素と窒素含有率を測定した。また別途土壌コアを用いて各深度の仮比重 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) を測定した。

三つの植生帯の中で、*Rhizophora* 帯と *Xylocarpus* 帯では、*Avicennia* 帯に比べて土壌表層の炭素含有率と窒素含有率が非常に高くなった (図 1)。これは二つのゾーンでは細根がマット状に表層に存在して、ピート土壌の形態を示し、細根の完全な除去が難しい事が一つの原因である。このため、この二つのゾーンの表層では CN 比が 25 以上と大きくなるのが特徴であった。またすべての植生帯において、表層で炭素含有率が高い傾向があるが、深い深度でも比較的高い炭素及び窒素濃度が維持されている (3.5 m 深度での炭素濃度が 1.5%以上) 事もマングローブ林の特徴であった。

図 1. トラート川河口の mangrove 林における、土壌中の炭素濃度 (%)、窒素濃度 (%)、C/N 比を示す。三つの植生帯において、表層から 50 cm 毎に深度 3.5 m まで土壌を採取した。



深度別の仮比重と炭素含有率から、この地域の mangrove 二次林の炭素プール量について、生きているバイオマスと SOC プールを含めて推定した。石垣島吹通川河口の mangrove 林との比較のために深度 1 m までの SOC プールについてみると (図 2 a)、石垣島では  $261 \text{ ton C ha}^{-1}$  で、トラート川河口の二次林では、*Avicennia* 帯、*Rhizophora* 帯、*Xylocarpus* 帯においてそれぞれ  $243 \text{ ton C ha}^{-1}$ ,  $440 \text{ ton C ha}^{-1}$ ,  $462 \text{ ton C ha}^{-1}$  となった。バイオマスを含む全炭

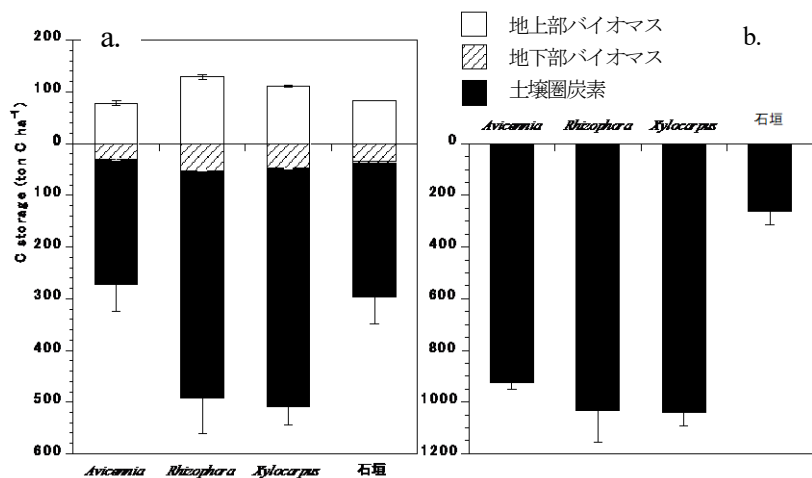


図 2. トラート川河口の三つの植生帯と石垣島吹通川河口の mangrove 林における、バイオマスと深度 1 m までの土壌炭素プール (a) と、深度 3.5 m までの土壌炭素プール。

素プール量は石垣島:  $378 \text{ ton C ha}^{-1}$ , *Avicennia* 帯:  $352 \text{ ton C ha}^{-1}$ , *Rhizophora* 帯:  $621 \text{ ton C ha}^{-1}$ , *Xylocarpus* 帯:  $620 \text{ ton C ha}^{-1}$  と推定され、*Rhizophora* 帯と *Xylocarpus* 帯で特に大きな値となった (図 2 a)。一方で、トラート川河口の mangrove 林において深さ 3.5 m までの全ての SOC プールを推定すると *Avicennia* 帯:  $926 \text{ ton C ha}^{-1}$ , *Rhizophora* 帯:  $1033 \text{ ton C ha}^{-1}$ , *Xylocarpus* 帯  $1041 \text{ ton C ha}^{-1}$  と推定され、莫大な炭素プールが土壌中に存在することが確認された (図 2 b)。

## 2. トラート川河口 mangrove 林の溶存無機態炭素 (DIC) の動態

2016 年の 7 月の雨季と 2017 年 2 月の乾季において、トラート川の源流から河口まで水試料を採取 (7 月に 29 地点、2 月に 12 地点) すると共に、mangrove 域にある Department of Marine and Coastal Resources 内で、1 時間毎に 24 時間水試料の連続サンプリングを行った。さらに mangrove 林内に設定された調査区内と、調査区横の支流で水試料を採取 (2017 年 2 月) した。サンプリングした水について、水温、pH、塩分、EC、DIC 濃度を現地測定し、さらに質量分析計 (IRMS, Delta plus Advantage) で、 $d^{13}\text{C-DIC}$  を測定した。

雨季には、潮位変動にかかわらず塩分濃度は  $0.05\%$  以下でほとんど変化しなかった (図 3)。また pH は 6.5 程度の酸性を示し、その変動は小さかった。このことは、雨季 (2016 年 7 月) には流域からの河川水の供給が大きく、潮位変動にもかかわらず淡水が常に優占している事を意味している。一方で乾季 (2017 年 2 月) には、雨季に比べて塩分濃度は高く、さらに満潮時に高くなるような傾向が認められた。また pH についても潮位に伴う明確な変動は

認められなかったが (図 3)、雨季に比べるアルカリ性側に傾いており、潮位変動による海水の混入が示唆された。

DIC 濃度を見ると、雨季には低く ( $0.45\text{--}0.59\text{ mmol CL}^{-1}$ ) 変動も小さかったが、干潮時にはわずかな上昇が認められた (図 4)。 $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の値は雨季には  $17.8\text{--}19.6\text{‰}$  で、潮位変動にともなう変化は認められなかった。乾季には、DIC 濃度の変動は小さかったが、雨季に比べて濃度 ( $1.5\text{--}2.2\text{ mmol C L}^{-1}$ ) は三倍以上高くなり (図 4)、海水の寄与 (約  $2\text{ mmol CL}^{-1}$ ) の高さに関係していると考えられた。 $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の値は  $3.9\text{--}7.9\text{‰}$  で、雨季に比べて大きな値となった。 $\delta^{13}\text{C-DIC}$  は潮位に同調して変動し、干潮の時に低くなる傾向が認められた。これらの結果から、石垣島と比べて、タイでは水特性と DIC 濃度の日変動は小さいが、海水の寄与率と DIC 濃度は雨季と乾季で有意に異なり、明確な季節変動が見られることが明らかとなった。

水中の DIC の中で、マングローブ由来の DIC を分離して、季節変動を考慮することがマングローブから海への DIC 輸送の重要性を評価するために必要である。DIC 濃度と塩分濃度には正の相関が認められることから (図 5 a)、DIC 濃度は基本的に河川水と海水の混合によって決定していると考えられる。しかし、乾季には直線性からの若干のズレが見られ、河川水は塩分濃度 1.5% 以下では上方向に、1.5% 以上

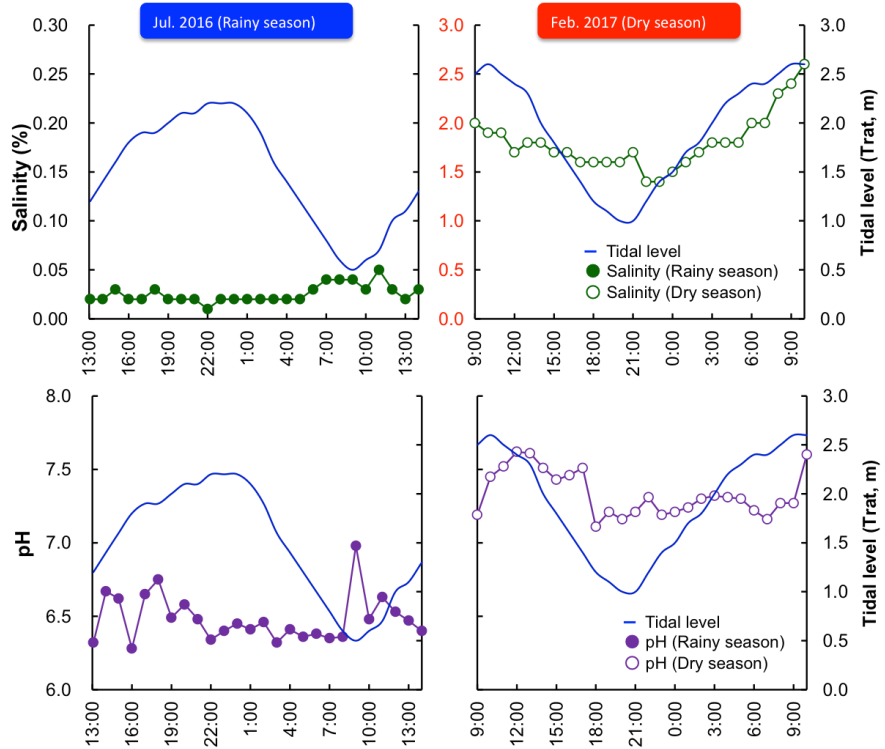


図 3. トラート川河口における、水試料の連続測定による塩分濃度と pH の日変化。雨季である 2016 年 7 月と、乾季である 2017 年 2 月に 1 時間毎にサンプリングした。

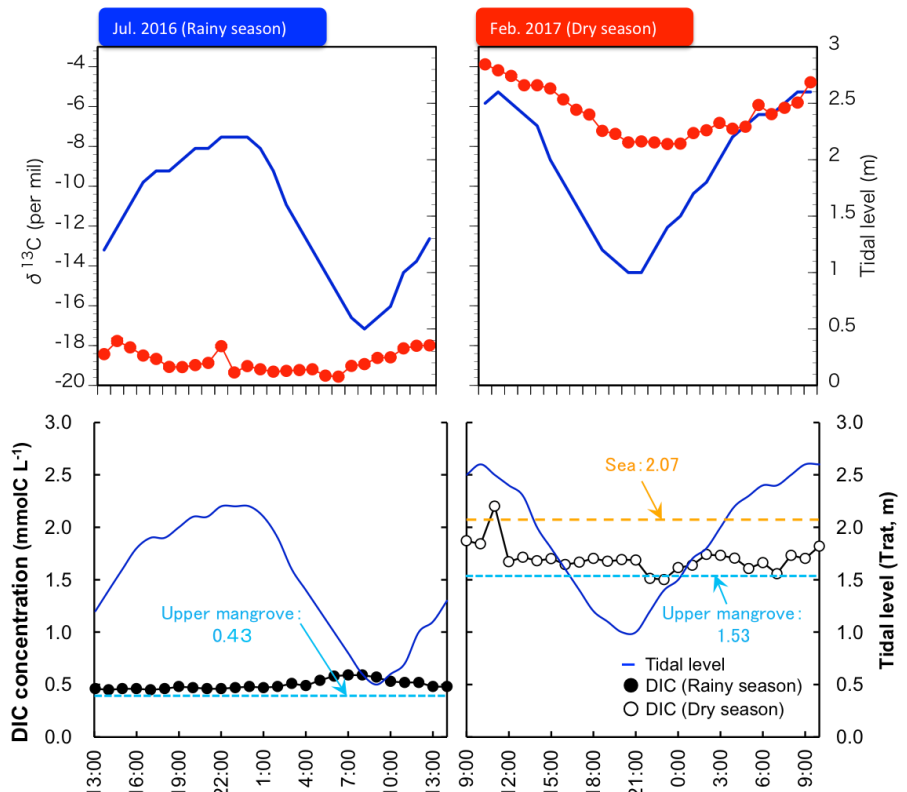


図 4. トラート川河口における、水試料の連続測定による溶存無機炭素 (DIC) 濃度と  $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の日変化。雨季である 2016 年 7 月と乾季である 2017 年 2 月に、1 時間毎にサンプリングした。

では下方向に直線からずれていた。一方で、マングローブ林周辺の DIC 濃度は全ての塩分濃度で上方向にずれていた(図5 a)。しかしながら、 $\delta^{13}\text{C-DIC}$ は河川水と海水の単純混合では説明できなかった (図5 b)。特に、マングローブ林周辺の $\delta^{13}\text{C-DIC}$ は、両者の混合から期待される値より大きく下側へずれており、河川水への生物由来の炭素の供給を意味するものである。

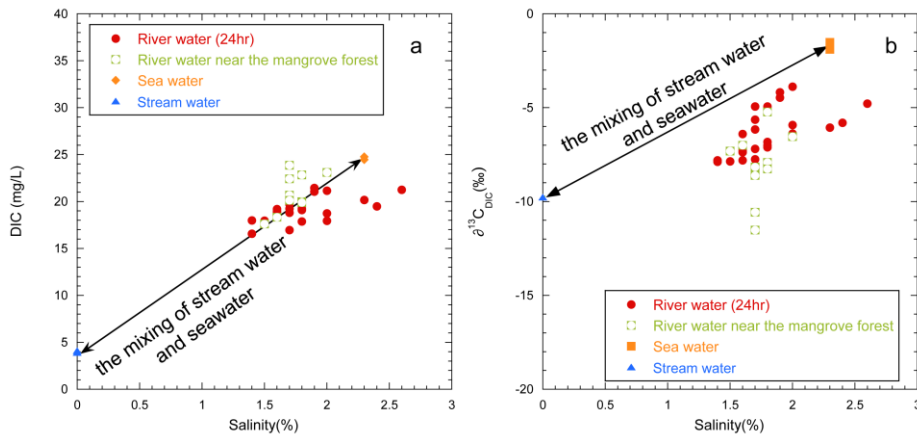


図 5. 2017 年 2 月の乾季に採取した水試料の塩分濃度と DIC 濃度の関係 (a)、及び塩分濃度と  $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の関係 (b)

河川水中の海水の混合割合 ( $f_{sw}$ ) を、塩分濃度 (S) から計算すると、乾季におけるマングローブ林周辺の  $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の値は低く、海水の DIC との混合によって徐々に高くなっていった。DIC 濃度の逆数 ( $1/\text{DIC}$ ) と  $\delta^{13}\text{C-DIC}$  との相関から見ると、付加された炭素は  $-21.8\text{‰}$  と推定され、調査地周辺のマングローブ植物に近い値であった (図 6)。これは、マングローブ由来の有機物の無機化によって引き起こされる DIC の海への輸送を示唆するものである。マングローブ起源とする炭素成分の寄与率 “[DIC]<sub>Bio</sub>” は、DIC 濃度 ([DIC]) および安定同位体を使った以下のマスバランスモデルによって計算できる。

$$[\text{DIC}]_{\text{CM}} = f_{\text{SW}} * [\text{DIC}]_{\text{SW}} + (1 - f_{\text{SW}}) * [\text{DIC}]_{\text{R}}$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{CM}} * [\text{DIC}]_{\text{CM}} = f_{\text{SW}} * [\text{DIC}]_{\text{SW}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{SW}} + (1 - f_{\text{SW}}) * [\text{DIC}]_{\text{R}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{R}}$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{obs}} * [\text{DIC}]_{\text{obs}} = [\text{DIC}]_{\text{CW}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{CM}} + [\text{DIC}]_{\text{BIO}} * \delta^{13}\text{C}_{\text{BIO}}$$

下付文字の CM, SW, R, obs および BIO は、計算から求められる理論値と、海水、源流、河川水の観測値、およびマングローブ起源の炭素を表す。乾季のマングローブ域で採取した河川水について、このモデルを用いて計算すると、全 DIC の中でマングローブ林を起源とする炭素成分の寄与率は 1~15%と推定された。また、マングローブ林内では 12~56%と高い値になった。マスバランスモデルを使った安定同位体シグナルの利用は、海岸生態系から海への炭素フラックスを評価するために重要なツールである。

参考文献

Poungpam et al. (2009) Journal of Tropical Ecology 25: 393-400  
 Poungpam et al. (2012) Journal of Tropical Ecology 28: 303-306  
 Umnousin et al. (2017) Ecological Research 32: 51-60

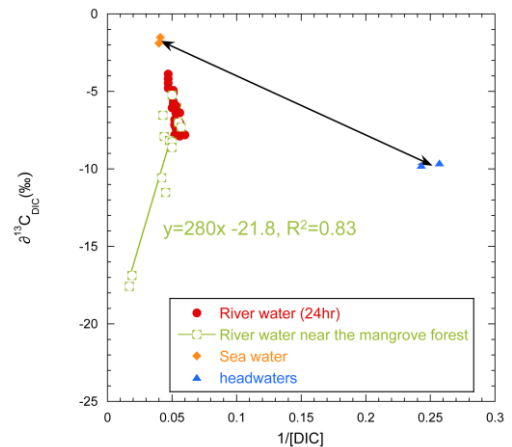


図 6. 2017 年 2 月の乾季に採取した水試料の DIC 濃度の逆数 ( $1/\text{DIC}$ ) と、その  $\delta^{13}\text{C-DIC}$  の関係

## 研究テーマ： 森林生態系の土壌圏に対するバイオチャー散布の影響の解明

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： 友常 満利・小泉 博（早稲田大学）・大塚 俊之（流域圏科学研究センター）

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）

平成 29 年度の主な研究活動として、特に埼玉県本庄研究サイトにおいて継続実施中の森林生態系に対するバイオチャー散布実験における土壌圏の応答に関する研究について報告する。

### 1. はじめに

バイオチャーとは有機物を比較的低温・低酸素環境下で加熱して得られる炭化物であり、古くから土壌改良資材として主に農耕地で広く用いられてきた。バイオチャーの作成段階（炭化处理）では元々あった有機物に含まれる炭素（C）の一部は CO<sub>2</sub> となるが、バイオチャーとして残った炭化物は微生物による分解に対する抵抗性が高いため土壌の中で非常に長期に渡って存在し続ける。その結果として、炭化处理を行わずに自然に腐敗・分解してほぼ全てが CO<sub>2</sub> になる場合に比べると、より長期に渡って安定的に多くの炭素を土壌に隔離することができると考えられている。人為的な大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の上昇による気候変動（温暖化）が顕在化してきた今日において、バイオチャーが持つ上記のような土壌圏への安定的な炭素隔離機能が注目を集めている。

森林生態系は上記のようなバイオチャーを用いた炭素隔離の場として有望であるが、バイオチャーの野外への散布実験は農耕地を対象としたものが主であり、実際の森林にバイオチャーを散布して生態系の応答を解析した例は少ない。また、耕起によってバイオチャーが土壌に混合される農耕地に対して、林床に層状に散布することが現実的な森林では、異なる応答が起こる可能性がある。埼玉県本庄市にある本庄研究サイトでは、約 2 年前から落葉広葉樹林に対する大規模なバイオチャー散布実験が行われており、多くの研究者・学生によって生態系の様々な要素やプロセスが調べられている。本報告では特に、森林生態系に対するバイオチャーの層状散布に対する土壌環境や微生物群集特性の応答について述べる。

### 2. 方法

埼玉県本庄市の暖温帯コナラ林内に 100m<sup>2</sup> 方形区を 12 個設置し、対照区と散布量の異なる 2 つのバイオチャー散布区（5 または 10Mg ha<sup>-1</sup>）に分けた（n=4）。2015 年 11 月のコナラの落葉がピークを迎える前に、市販のバイオチャーを方形区内に層状に散布した。その後、自然な落葉によってバイオチャー層がコナラリターにより覆われた。散布直前および散布処理後の約 2 年間に渡って、バイオチャー層、その直下の FH 層、A 層 0-5 cm（図 2）を経時的に採取した（0, 3, 6, 9, 12, 18, 24 か月後）。採取した各試料について、土壌 pH、含水比、全炭素・窒素濃度、無機態窒素（硝酸態およびアンモニア態窒素）濃度を測定した。また、植物根を取り除いた採取土壌を用いて、実験室内にて赤外線ガス分析計を用いた通気法（OF 法）により CO<sub>2</sub> 放出速度を測定して、微生



図 1 調査地概略



物呼吸速度とした。また、微生物バイオマスおよび群集構造の変化を明らかにするために、リン脂質脂肪酸 (Phospholipid fatty acid) 分析法を行った。本法は、土壌から全脂質を抽出したのち、ケイ酸カラムクロマトグラフィーを用いて微生物細胞膜の主成分であるリン脂質画分を分離し、そこに含まれる脂肪酸をガスクロマトグラフ分析計によって定性・定量する方法である。これによって得られる全脂肪酸量および脂肪酸組成は、それぞれ微生物バイオマスおよび微生物群集構造の指標となることが知られている。さらに、炭素源資化性の解析を Biolog 法により行った。本法は、微生物群集がどのような炭素源を利用できるのかと言う点に着目してサンプル間の微生物群集構造の違いを検出し、微生物群集の機能的な差異を評価するものである。

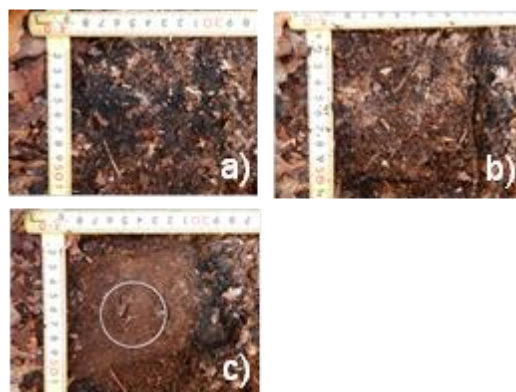


図2 試料採取の様子。表層の新規リター層を取り除いた後、a) バイオチャー層、b) FH 層、c) A 層の採取前の状態。画像 c の円は 100 cc 採土管。

### 3. 結果と考察

バイオチャーの散布直後は、散布したバイオチャーが地表面を層状に覆い、その直下に有機物層 (FH 層)、そのさらに下に A 層という層状構造が維持されていた。また直後にはコナラの落葉がピークを迎え、バイオチャー層の上部には新規リター層 (L 層) が形成された。時間経過とともに、FH 層は有機物分解によって減少し、24 ヶ月経過時点では明瞭な FH 層を認めることはできなくなり、バイオチャー層との混合が進んでいた。そのため、24 ヶ月目のサンプル採取においては A 層のみを採取した。一方、散布したバイオチャー層の上方には 1 年目に降り積もったリターが時間経過とともに破碎・分解されて細分化し、新たな FH 層が形成され、さらにその上に 2 年目の新規リターが降り積もって新たな L 層が形成されるようになった。

バイオチャー散布区では、特にバイオチャー層直下の FH 層で全窒素や無機態窒素濃度が有意に減少した (図 3)。その FH 層のさらに下方に位置する A 層においても特に硝酸態窒素の低下が認められた。一方、バイオチャー層に

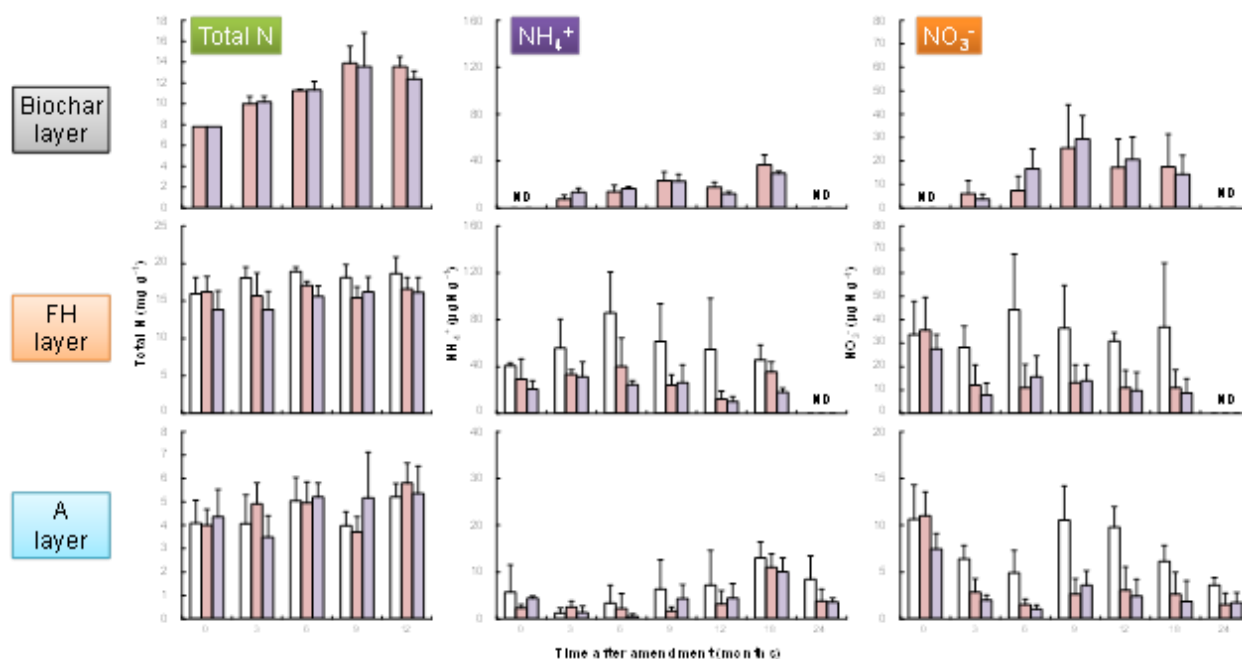


図3 各層の全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の各濃度の経時変化。

□ 対照区、■ 少量散布区、■ 多量散布区

含まれる全窒素・無機態窒素の濃度は時間経過とともに有意に増加した。バイオチャーの散布量が異なる 2 つの処理区間の差は不明瞭であった。

多孔質のバイオチャーが地表を層状に覆ったことにより、上方からの降水（林内雨や樹幹流）に含まれる溶存態の有機物や無機イオン等を吸着した結果、バイオチャー層より下方に位置する FH 層や A 層で全窒素や無機態窒素量が減少した可能性がある。また、炭化物がもつ多孔質性の構造は微生物の定着・増殖の場となることがよく知られており、散布後のバイオチャーの中で微生物そのものが増殖した可能性も考えられた。いずれにしても本研究におけるバイオチャーの層状散布により、バイオチャー層より下層に位置する森林土壌における栄養塩状態が大きく変化することが示された。特に無機態窒素の大幅な減少は植物根による養分吸収や微生物の増殖等に大きな影響を及ぼす可能性がある。

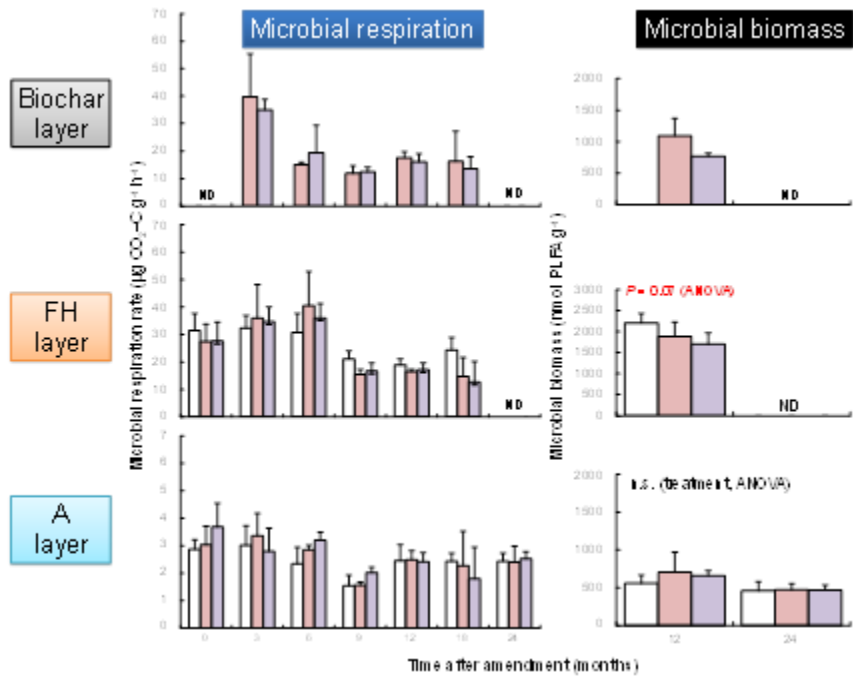


図 4 各層における微生物呼吸速度および微生物バイオマスの経時変化。□ 対照区、■ 少量散布区、■ 多量散布区

いずれの層位においても、微生物呼吸速度に有意な差は見られなかった（図 4）。また、PLFA 法により明らかとなった微生物バイオマスにおいても統計的に有意な差は見られなかった。一方、PLFA 法で得られた脂肪酸組成に基づき、多次元尺度構成法（Non-metric Multidimensional Scaling; NMDS）を用いて各サンプル間の微生物群集構造の類似度を評価した結果、FH 層においては処理区による有意な影響が認められた（図 5、PerMANOVA,  $P < 0.05$ ）。一方、A 層においては処理区による有意な影響は検出されなかった（ $P > 0.05$ ）が、散布後 1 年目の時点に比べて 2 年目の時点のほうで各処理のデータプロット間の距離（非類似度に相当）が大きくなっており、時間経過とともに処理区間の微生物群集構造の差が大きくなりつつある可能性が考えられた。

Biolog 法による炭素源資化性解析では、いずれの層位、いずれの時点においても、処理区による統計的に有意な影響は認められず（ $P > 0.05$ ）、微生物群集の機能的な差異は処理区間で大きくないことが示された。

本研究の結果、森林生態系土壌へのバイオチャーの散布が 2 年間で微生物群集の機能的に及ぼす影響は大きくはなく、呼吸やバイオマスには変化が起きていなかった。しかし、バイオチャー層と直接接触している FH 層においては散布後 1 年経過した時点で微生物群集構造に差が生じており、バイオチャーからの物理的距離

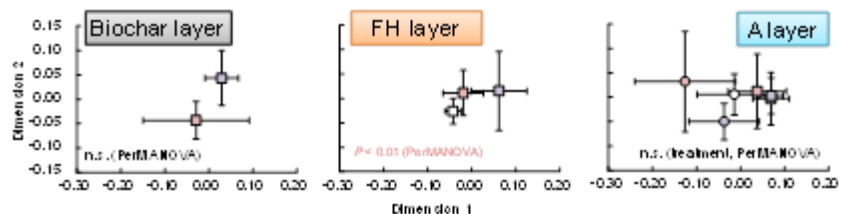


図 5 各層において得られたリン脂質脂肪酸（PLFA）組成の多次元尺度構成法（Non-metric Multidimensional Scaling; NMDS）の結果。それぞれのデータプロット間の距離は、PLFA 組成、すなわち微生物群集構造の非類似度を示す。□ は 12 ヶ月目、○ は 24 ヶ月目のデータを示す。□ 対照区、■ 少量散布区、■ 多量散布区

の近さや直接接触していることが原因となって、バイオチャーの影響を比較的強く受けた可能性が考えられた。今回の観察期間である約 2 年間で、有機物の分解による FH そのものの減少や、バイオチャー層との混合が進んだことにより、現場では明瞭な FH 層は認められなくなった。今後はバイオチャー層と FH 層が混合した層がより下方に位置していた鉍質土壌（A 層）に直接接触する状況へと移行していくため、バイオチャー散布の影響がより下層へと波及していくことが予想される。バイオチャー散布の長期的な影響を考えるためには、今後も継続してバイオチャーを含む有機物層およびその下方に位置する鉍質土壌における土壌物理化学的環境と微生物諸特性のモニタリングを継続する必要があるだろう。

## 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：福井 博一（岐阜大学応用生物科学部）・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（千葉県農林総合研究センター園芸暖地研究所）

研究協力者：日恵野 綾香（流域圏科学研究センター）・Li Mingzhu（中国陝西師範大学）・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）・林 美希（応用生物科学研究科）・守田 航馬（応用生物科学研究科）・Rani Yoshilia（応用生物科学研究科）・山田 健介（自然科学技術研究科）・古澤 長流（応用生物科学部）・飯島大智（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種の *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。

*Phytophthora* 属菌の同定システムのための標準菌株の収集とその遺伝子解析について、現在のところ正式な種として報告されている *Phytophthora* 属菌は 169 種あることを明らかにし、現時点で可能な限りの標準菌株あるいはそれと等価な菌株を収集・手配した。また、DNA バーコーディングに適しているとされる rDNAITS 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、 $\beta$ -tubulin、elongation factor 1 $\alpha$  (EF-1 $\alpha$ )、*cox2*、*cox spacer*、*Ypt1* 遺伝子の塩基配列データを収集・整理した。標準菌株あるいはそれと等価な菌株について塩基配列の収集が完了した種数は、全 169 種中、rDNAITS 領域：167 種 (98.8%)、*cox1* 遺伝子：159 種 (94.1%)、rDNA LSU：129 種 (76.3%)、 $\beta$ -tubulin：147 種 (87.0%)、EF-1 $\alpha$ ：130 種 (76.9%)、*cox2*：128 種 (75.7%)、*cox spacer*：126 種 (74.6%)、*Ypt1*：154 種 (91.1%) である。

収集した遺伝子情報に基づき検出法について以下の 3 点から検討を行った。

#### ① LAMP プライマーの設計・検定

ドイツ、ポルトガル、およびイギリスの研究者と意見交換を行ったところ、海外では *P. lateralis* による針葉樹への被害が重要視されていることが分かり、*P. ramorum* および *P. kernoviae* だけでなく、*P. lateralis* の検出が必要であると考えられた。そのため、今年度新たに *P. lateralis* 特異的 LAMP プライマーの開発を行うこととした。また、今年度中間成績検討会で植物防疫所より要望のあった *P. phaseoli* 特異的 LAMP プライマーの開発を行った。

今年度までに *P. ramorum*、*P. kernoviae*、*P. lateralis*、*P. phaseoli*、*P. nicotianae*、および *Phytophthora* 属の特異的 LAMP プライマーを設計した。横浜植物防疫所の御協力のもと、*P. ramorum*、*P. kernoviae*、および *P. lateralis* を接種した 3 種類の植物（ジャクナゲ、アセビ、および ツバキ）の抽出 DNA より検出を行った結果、各種の特異的 LAMP プライマーおよび *Phytophthora* 属特異的 LAMP プライマーは標的 DNA を約 20 分で正確に検出することができた。また、*P.*

*nicotianae* の特異的 LAMP プライマーおよび *Phytophthora* 属特異的 LAMP プライマーを用いて、接種植物（キュウリ、トマト、およびナス）および自然発病植物（ニチニチソウおよびタバコ）の DNA 抽出液より検出を行った結果、各々の標的 DNA を約 20 分で正確に検出することができた。

② リアルタイム PCR 装置 StepOne を用いた LAMP 反応条件の検討

現場で LAMP 法による検出を行う際には、各植物防疫所に既に導入されているリアルタイム PCR 用装置を用いる可能性が高い。そこで「リアルタイム PCR 装置 StepOne」を用いた場合の反応条件を決定し、各特異的 LAMP プライマーによる標的種の検出を再現することができた。

③ PCR-RFLP 法による種判別法の確立

*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。制限酵素の切断パターン数には限界があり、*Phytophthora* 属の種全体を対象とした種判別は現実的ではないと考えられる。そこで、植物の科あるいは属ごとに感染する *Phytophthora* 属菌の種をグループ化しリストを作成した。

PCR-RFLP 法による種判別のモデルケースとして、*P. ramorum* および *P. kernoviae* の主要な宿主であるツツジ科ツツジ属 (*Rhododendron* spp.) への感染が報告されている *Phytophthora* 属菌 34 種中 24 種を判別できる制限酵素 *AluI* (認識配列 [5'...AG▽CT...3']) を候補として選定した (図 1)。

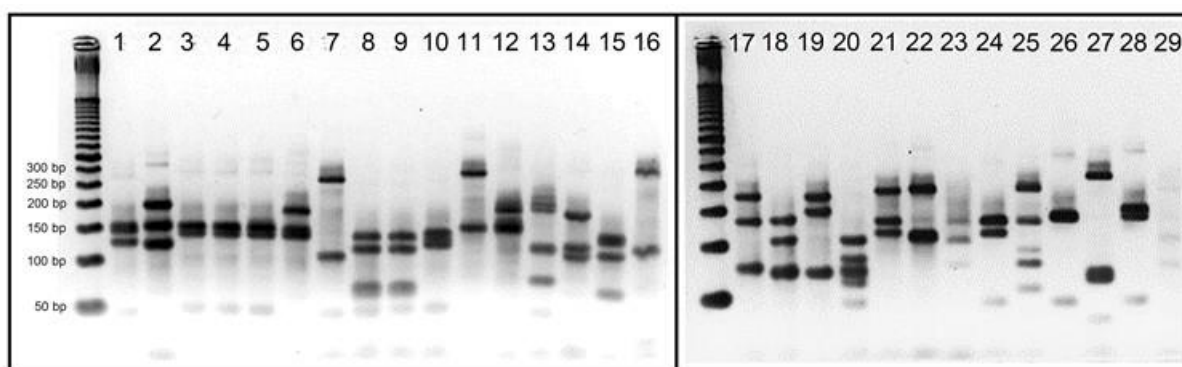


図 1. ツツジ属に感染する *Phytophthora* 属菌の PCR-RFLP 法による種判別

(レーンと種名は以下の通り)

1	<i>P. tropicalis</i> CBS 434.91	11 <i>P. heveae</i> WPC P1102	21	<i>P. insolita</i> CBS 691.79
2	<i>P. siskiyouensis</i> CBS 122779	12 <i>P. niederhauserii</i> CH96HE1	22	<i>P. drechsleri</i> CBS 292.35
3	<i>P. plurivora</i> CBS 124093	13 <i>P. cinnamomi</i> WPC P2160	23	<i>P. aquimorbida</i> ATCC MYA-4578
4	<i>P. pini</i> CBS 181.25	14 <i>P. syringae</i> FIUm3	24	<i>P. bishera</i> CBS 122081
5	<i>P. citricola</i> WPC P0713	15 <i>P. obscura</i> CBS 129273	25	<i>P. xcambivora</i> CBS 141218
6	<i>P. multivora</i> NBRC 31016	16 <i>P. kernoviae</i> WPC P19827	26	<i>P. citrophthora</i> WPC P3693
7	<i>P. nicotianae</i> CBS 305.29	17 <i>P. ramorum</i> CBS 101553	27	<i>P. cryptogea</i> CBS 113.19
8	<i>P. hedraiaandra</i> CBS 111725	18 <i>P. lateralis</i> CBS 168.42	28	<i>P. pachypleura</i> WPC P19987
9	<i>P. cactorum</i> CH98PEC1	19 <i>P. foliorum</i> WPC P10974	29	<i>P. hydropathica</i> WPC P19616
10	<i>P. elongata</i> CBS 125799	20 <i>P. hibernalis</i> CBS 114104		

## 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、効率的な防除法の確立には病原菌の伝染間や生活様式を明らかにするための簡便かつ迅速に病原菌を検出定量できる技術の開発を試みた。



LAMP 法によるサトイモ疫病菌特異的検出のためのプライマーを *Ypt1* 遺伝子から設計し、特異性を検定した。*Phytophthora* 属 38 種 41 菌株、*Pythium* 属菌 12 種、*Phytophthora* 属菌 5 種および他の土壌伝染性病原菌 7 種の合計 65 菌株を用いて検定し、サトイモ疫病菌に特異性のある 1 つのプライマーセットを選抜した。選抜したプライマーセットの検出限界は菌体 DNA で 0.1pg と高感度であった。また、植物からの検出法について、宮崎県の 4 圃場、鹿児島県の 5 圃場から採取した発病葉あるいは葉柄から 3 つの方法をによる検出を試みた。その結果、植物体培養-LAMP 法が最も検出感度が高く、すべてのサンプルからサトイモ疫病菌が検出された。植物体-LAMP 法は、葉柄の 1 サンプルのみで検出されなかった。DNA 抽出-LAMP 法では検出が不安定であった。以上の結果から、検出感度がわずかに劣るが、病斑を滅菌水に懸濁し、LAMP 反応するのみで結果の得られる植物体-LAMP 法が優れていると考えられた。

土壌からの検出について Norgen Biotek 社製の DNA 抽出キットを比較するため、病原菌に汚染されていることが分かっている土壌を用いてそれぞれの病原菌の種特異的 LAMP 法による検出を行った。その結果、何れの土壌でも新バージョンの方がよいことが明らかになった。新バージョンを用いて鹿児島県の 5 圃場の発病株元の土壌（各圃場 3 サンプル）から検出を試みたが、いずれの土壌からもサトイモ疫病菌は検出されなかった。土壌から検出頻度が低い原因として DNA 抽出法では 0.2g の土壌を使って検出しているため、土壌中の菌量が低いと検出限界以下となってしまうことが考えられ、同一サンプルで抽出反復数を増やすことが必要と考えられた。

確立した種特異的プライマーを用いた LAMP による検出法の研修を参画研究機関研究者に対して行った。

## 3. トルコギキョウ水耕栽培における培養液伝染性 *Pythium* 属菌のモニタリングによる病害防除戦略の開発

昨年度に引き続き、福島県における震災復興モデルとなる農業技術体系の構築と実証を目的とする地域再生花き生産コンソーシアムに参画し、トルコギキョウ水耕栽培における病害の適正な管理を目的とした病原菌のモニタリングを行った。

施設内への病原菌の伝染源について、苗テラス横の建物出入り口、栽培後の植物残渣の搬出口で検出されたことからこれらの場所の消毒など注意が必要になったことが明らかになった。

栽培後の片付け時の調査から、特に発病したブロックの処理の時には汚染の注意をこれまで以上に払う必要があることおよびパネルの洗浄を徹底することが重要であることが明らかになった。

培養液および根からの病原菌のモニタリングにより、定植前のリセットはある程度は効果があるが、低密度で残っている可能性あること、依然持ち込みの可能性もあることが考えられた。また、培養液からの検出と根からの検出を比較すると、根のみでもモニタリングは有効と考えられた。幼苗期の薬剤処理は効果があるが、当初の汚染度が高

いと効果がよくなかった。生育初期の汚染は十分に注意する必要がある。

3 年間のデータに基づき病害対策マニュアルを作成し、だれでもマニュアルが利用できるようホームページにアップロードした。



<http://www.green.gifu-u.ac.jp/~kageyamalab/index.php?page=manual2>

さらに、現地において検出のための技術研修を行った。

#### 4. 脱水ケーキ中に生息する *Pythium* 属菌

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、植物に対する病原性を調査し、脱水ケーキの安全性を診断することを目的とし、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。

#### 5. 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 81 菌株について塩基配列に基づく簡易種同定を行った。4 研究機関に対して *Phytophthora* 属菌 34 菌株を分譲した。1 研究機関に *Pythium* 属菌 7 菌株のゲノム DNA を分譲した。延 5 件の病害診断を行った。4 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。2 研究機関 7 名の研究者に *Pythium* および *Phytophthora* 属菌の検出法に関する研修を行った。

## 研究テーマ： 軽井沢草原再生実験地三ツ石サイトにおける植生変化

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

共同研究者： 増井 太樹（大学院学生）・今城 治子（軽井沢サクラソウ会議）

日本は温暖で湿潤な気候条件下にあるため、長期間放置すれば植生遷移の進行にともなって樹林（森林群落）が成立する。草本群落（半自然草原）を長期にわたって維持しようとするれば、初期段階で遷移の進行を止める必要があり、いったん森林群落を破壊し、遷移初期の植物群落に対して攪乱を与え続けなければならない。

かつては茅場（半自然草原）が農業には不可欠だったため、全国各地に半自然草原が存在し、その比率は国土の 1 割以上を占めていた。長野県軽井沢町でも戦前までは半自然草原がひろく分布していたため、草原生の植物が数多く見られたが、現在は半自然草原がほとんど残っていないので、草原生植物の多くが絶滅に瀕している。そこで、2007 年の台風 8 号によって風倒被害を受けた三ツ石地区のカラマツ林（国有林 2059 お林小班）に約 0.5 ヘクタールの草原再生実験地を設置し、倒木の搬出が終わった 2009 年以降の毎夏に草刈りと植生調査などを実施している。

一般に植生調査と呼ばれる植物群落の調査は、被度(%)、植物高、頻度(%)、個体数(密度)などの測定により実施されるが、積算優占度はこれらの群落測度のうちのいくつかを選び、相対値にして種ごとの優劣を判断するものである。本研究の調査サイトでは被度(%)と高さ(cm)、および頻度が利用可能なので、この 3 変数を用いて SDR<sub>3</sub> を算出した。表 1 は植物種ごとの積算優占度(SDR<sub>3</sub>)の経年変化を示しており、数値が大きいほど優占度が高いことを示している。

上段の種群は、カラマツ林の整理伐採からの時間経過とともに減少していく傾向が見られる種で、タラノキやメマツヨイグサなど 15 種が含まれた。この種群には外来種が多く含まれるという特徴があり、倒木が搬出された後に一時的にメマツヨイグサ、ヒメムカシヨモギ、アメリカセンダングサ、シロツメクサなどの外来種が多数出現したが、9 年経過した 2017 年には外来種の大半は消失した。また、タラノキやムラサキシキブを含む森林群落の構成種も減少した。環境省指定要注意外来生物のメマツヨイグサについては、カラマツ林造成以前から埋土種子として蓄積されていた種子の発芽によって出現したと推定され、構成種が徐々に草原生植物に置き換わって行くにもかかわらず、現在でもやや高い優占度を保っている。今後の半自然草原の保全策としては駆除を検討する必要があると考えている。

下段には毎年の刈り払い作業によりしだいに増加した種を示した。この種群にはナワシロイチゴ、ヤマハギ、ミツバツチグリ、キジムシロ、メドハギ、アヤメ、チダケサシ、ススキなどのいわゆる半自然草原の構成種が多く含まれた。とくにススキの増加は著しく、実験開始時にはまったく確認できなかったにもかかわらず、2013 年以降現在に至るまで三ツ石サイトの優占種となっている。毎夏の刈り払い作業の実施により 5-6 年でススキ優占型の半自然草原が成立することが明らかとなった。この種群に含まれる唯一の外来種としてはラズベリー（キイチゴ属）が 2012 年以降毎年確認されており、生息状況を注視しておく必要がある。

増減の傾向が認められなかった種についてはデータを省略してあるが、この種群に含まれる種のうち優占度の比較的高い外来種としては、ヒメスイバ、ヒメジョオン、セイヨウタンポポが含まれていた。おもに森林群落を生息地とする種としては、コナラ、クマヤナギ、クリ、ヤマウグイスカグラ、バッコヤナギなど、おもに草原を生息地とする種としては、ヒヨドリバナ、オトギリソウ、スマレ、クサフジなどが含まれていた。

森林群落に毎年攪乱を与え続けることにより、一時的には外来種が優占したとしても、しだいに草原生植物が増加していく。一定の割合で樹木などの森林生植物も含まれるものの、優占種またはそれに匹敵する優占度となることはなかった。一部の外来種は継続的に出現しているため、良好な半自然草原を維持するために駆除作業を選択肢として検討する必要があると考えられる。



表1 ミツ石サイトにおける種ごとの積算優占度(SDR<sub>3</sub>)の経年変化

調査年度		2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
減少傾向の認められる種										
タラノキ	林	78.3	61.3	33.8	29.4	19.2	26.4	15.9	9.91	15.12
メマツヨイグサ	外	74.1	100.0	94.8	57.2	60.8	64.2	48.6	38.0	30.12
チヂミザサ	林	42.0	31.1	17.4	14.6	8.9	10.2			
ヒメムカシヨモギ	外	70.1	58.6	39.2	23.3	11.5				
カナムグラ		38.9	7.1	12.1	9.8					
ムラサキシキブ	林	10.3	14.2	19.1	4.9					
アメリカセンダングサ	外	22.5		14.1	12.4					
シロツメクサ	外	5.7	4.2							
ビロードモウズイカ	外	35.7								
イヌビエ		33.8								
ヨウシュヤマゴボウ	外	28.6								
オオアワガエリ	外	23.2								
ダンドボロギク	外	18.9								
シロザ	外	16.5								
カモガヤ	外	16.4								
増加傾向の認められる種										
ナワシロイチゴ	草	34.3	41.6	74.4	77.5	74.2	76.5	64.4	60.5	62.5
ヤマハギ	草	30.5	45.1	62.5	55.9	53.1	62.9	57.3	50.9	55.3
ヨモギ		26.6	30.2	55.1	54.3	51.9	39.8	57.6	35.7	44.9
ミツバツチグリ	草	24.3	33.8	33.5	35.6	45.8	55.6	42.5	38.9	43.4
キジムシロ	草	16.0	15.8	20.7	28.3	32.0	24.0	37.2	28.9	21.6
ボタンヅル		15.7	16.6	43.9	32.3	42.1	56.5	74.2	48.2	44.3
Carex sp.(細)		15.4	39.9	35.5	56.0	53.8	42.4	35.0	54.9	51.9
アケビ	林	12.1	19.0	29.3	36.8	33.5	39.7	46.1	36.2	46.1
イヌザンショウ	林	11.8	24.2	43.1	42.2	30.2	41.5	31.1	21.3	22.7
メドハギ	草	7.7	18.0	28.5	26.7	25.9	33.2	33.3	32.6	24.2
アヤメ	草	7.4	12.6	22.5	15.8	16.2	23.1	24.5	21.7	25.1
チダケサシ	草	6.7	18.0	26.8	34.6	30.7	28.4	40.8	32.3	28.3
アカマツ	林	6.4	14.5	29.8	19.2	23.3	32.1	28.6	25.4	29.8
ヤマグワ	林	6.4	9.5	24.7	19.9	25.8	32.3	30.9	29.3	13.7
オオヤマフスマ		5.0	13.9	14.0	22.9	28.0	25.5	29.0	24.4	15.9
ススキ	草		29.6	65.3	58.3	79.6	84.7	100.0	97.2	100.0
ヤクシソウ			8.9	14.9	10.9	15.5	18.6	13.7	7.9	26.8
サワヒヨドリ	草			27.0	28.2	27.7	35.4	21.4	21.6	29.3
ノブドウ				14.7	16.0	10.5	12.7	8.7	22.8	13.1
ガガイモ				10.7	22.5	17.5	25.1	15.8	9.4	13.3
Rubus sp.(ラズベリー)	外				17.3	18.9	22.8	28.9	19.6	18.3
ヘクソカズラ					14.1	8.7	9.5	14.2	12.9	17.8
ノチドメ	草				5.2	7.2	7.1	10.5	7.0	17.1
アキノノゲシ					16.6	35.8	16.2		8.7	15.6
ゲンノショウコ	草				6.7	13.7		13.7	16.4	5.5
増減の傾向がはっきりしない種										
アオツツラフジ、ヒメスイバ、コナラ、ヒヨドリバナ、オトギリソウ、クマヤナギ、タチツボスミレ、ヤマカシユウなど 171種省略										

種名の後の「外」は外来種、「林」は在来種のうちおもに森林群落に生育する種、「草」はおもに草原に生育する種を示している

## 研究テーマ：森林生態系機能の生理生態学的機構の解明と将来変動予測

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：斎藤 琢（助教）・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）・南野 亮子（非常勤研究員）・野田 響（国立環境研究所）・中路 達郎（北海道大学）・魯 南賑（ミシガン工科大学）・永井 信（海洋研究開発機構）・熊谷朝臣（東京大学）・館野 正樹（東京大学）・南光 一樹（森林総合研究所）

研究協力者：吉竹 晋平（植生機能研究分野助手）・鈴木 浩二（高山試験地技術職員）・平塚 肇（同技術補佐員）

植生生理生態研究分野では、(I) 森林生態系の炭素循環のうち光合成生産力の生理生態学的動態の解明と、そのリモートセンシング観測手法の検証に関する研究、および、(II) 植物の成長戦略の生理生態学的な解明を目指した個体レベルでの資源獲得と利用に関する研究に取り組んでいる。平成 26 年度からは、「森林生態系の炭素代謝プロセス動態の時空間的変動機構の統合的解明と温暖化影響予測」という研究課題のもとで、植生景観研究分野および学外の共同研究者とともに、森林生態系の光合成と呼吸特性の観測とモデル解析に基づいて生態系の炭素固定能力を規定する生態学的プロセスの定量的評価のための研究に取り組んでいる。

我々のグループでは岐阜大学流域圏センター高山試験地の落葉広葉樹林サイト (TKY)、および、北海道大学北方生物圏フィールド研究センター苫小牧研究林 (TOEF) にて研究を実施している。これらのサイトは日本長期生態学研究ネットワーク (JaLTER) および AsiaFlux ネットワークに参加している。さらに最近では GEO Carbon and GHG Initiative における観測項目・手法の標準化を検討するタスクにも参加している。

### 1. 森林生態系の炭素代謝プロセス動態の時間的変動メカニズムの統合的解明と温暖化影響予測

本研究課題の目的は、森林生態系の炭素循環ならびに炭素固定機能を決める生態系呼吸の動態メカニズムと林冠光合成生産力の関係を、生態系生理学的手法と大気化学的手法を結合したアプローチにより解明し、森林生態系機能の機構解明と変動予測研究の精緻化を進めることである。落葉広葉樹林と常緑針葉樹林を対象として、森林葉群の生理生態（光合成）、幹や土壌呼吸、森林 CO<sub>2</sub> フラックス、近接リモートセンシング等の複合的観測と安定同位体分析を組み合わせることにより、[I] 生態系呼吸プロセス（枝、幹、土壌呼吸）の時間的変動と環境応答特性と、[II] 林冠光合成生産力のフェノロジーの関係に基づいて、[III] 光合成から呼吸に至る炭素代謝プロセスの動態機構を解明し、[IV] 森林炭素動態の詳細・広域評価を展開することを目指している。これらのうちに特に生態系呼吸に関する研究成果の概要を印す。

#### 落葉広葉樹林の生態系呼吸プロセスの解明および温暖化影響予測

##### ①酸素安定同位体比を用いた生態系呼吸に対する土壌呼吸、葉呼吸分離評価

森林の炭素固定量（生態系純生産量 NEP）は総光合成（GPP）と生態系呼吸（R<sub>e</sub>）のバランスにより表される。本テーマでは、渦相関法により観測された大気-陸域生態系間の正味 CO<sub>2</sub> 収支（NEE≒-NEP）を GPP と R<sub>e</sub> に、さらに R<sub>e</sub> を土壌呼吸と地上部呼吸に高精度に分離し、それぞれについて環境要因との関係を解明した。また、現状では各分離手法の誤差は大きいため、複数の手法による分離評価結果を相互に比較した。酸素安定同位体（δ<sup>18</sup>O）の同位体分別が土壌呼吸と葉呼吸で異なることを利用して、TKY サイトにおいて、落葉樹の着葉期間の夜間の生態系呼吸を土壌呼吸と地上部呼吸に分離し、生態系呼吸に対する土壌呼吸の割合の季節的変化の推定を行った。このために、森林上におけるフラックス観測、森林内外の CO<sub>2</sub> 濃度、気象要素の連続観測を実施した。また複雑な系の <sup>18</sup>O の収支を捉えるために、現地訪問時に大気、土壌空気、土壌水、水蒸気試料を採取し、大気・土壌空気中の CO<sub>2</sub> お

よび土壌水、水蒸気等の  $\delta^{18}\text{O}$  の観測を行った。 $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  については、質量分析計により分析を行い、レーザ分光装置を用いて水の同位体分析を行った。

本研究では、土壌呼吸 ( $R_s$ )、葉呼吸 ( $R_l$ )、 $R_e$  の  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  (それぞれ、 $\delta_s$ ,  $\delta_l$ ,  $\delta_e$ ) の違いを利用して、 $\text{CO}_2$  と  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  ( $\delta^{18}\text{O}\text{-CO}_2$ ) の収支を解き、Bowling et al. (2003) に従い、

$$R_s/R_e = (\delta_l - \delta_e)/(\delta_l - \delta_s), \quad (1)$$

から、 $R_s/R_e$  の季節的変動を推定した。但し、ここでは、 $R_s$ ,  $R_l$  以外の呼吸が  $R_e$  に占める割合は、十分小さいものと仮定した。 $\delta_s$  については、観測された地中 10cm の空気の  $\delta^{18}\text{O}\text{-CO}_2$  に、拡散による分別の影響を付加して求めた。なお、地中各深度の  $\text{CO}_2$  は、同深度の水と同位体平衡になっていることが観測で確かめられた。 $\delta_l$  については、葉内水と平衡になった  $\text{CO}_2$  が気孔-大気間の拡散による分別の影響を受けるものとして求めた。葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  は、Craig-Gordon モデルを用いて推定した。気孔-大気間の拡散による分別については、Bowling et al. (前出) による気孔から大気への一方の拡散分別のみ考慮した手法により見積もった。 $\delta_e$  については、夜間の大気中の  $\text{CO}_2$  濃度および  $\delta^{18}\text{O}\text{-CO}_2$  の変動は  $R_e$  のみにより決定されていると仮定し、大気中  $\text{CO}_2$  濃度および  $\delta^{18}\text{O}\text{-CO}_2$  の観測データを用いて Keeling Plot (Keeling, 1958) により推定した。

図 1 に、 $\delta_s$ ,  $\delta_l$ ,  $\delta_e$  の推定結果から式(1)を用いて求めた  $R_s/R_e$  の季節的変化を示す。図中には、渦相関法と土壌チャンバー法により求められた  $R_s/R_e$  も示した。 $\delta^{18}\text{O}$  の観測に基づく  $R_s/R_e$  の推定値はばらつきが大きく、1 を超える場合も見られるが、全般的には両手法で春から秋にかけて  $R_s/R_e$  が増加していく傾向が見られた。5~6 月に値が低いのは、この時期が展葉期にあたり、葉の構成呼吸が活発であるため、相対的に  $R_s/R_e$  が低くなっているためと推察される。その後の  $R_s/R_e$  の増加は地温が上昇して土壌呼吸が活発化したことを反映していると考えられる。 $\delta^{18}\text{O}$  の観測に基づく  $R_s/R_e$  の推定値で 1 を超えているものは、式(1)から明らかのように  $\delta_e < \delta_s$  の場合である。 $\delta_e$  の変動が大きい原因として、 $\delta_e$  を求める際に用いた大気中  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  の変動が、上空大気との混合等の生態系呼吸以外の影響を受けていた、あるいは、 $\delta_e$  自身が短時間で変化したことによる可能性もある。本研究によって  $\delta^{18}\text{O}$  のデータを用いて  $R_s/R_e$  の季節的変動の概要を推定することができた。高精度に評価するためには  $\delta_e$  を精度良く求めることが必要であり、そのためには、レーザ分光法等を用いた  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  の連続観測が有効であることが示された。また、 $\delta_l$  を精度良く評価するには気孔コンダクタンスの変動をシミュレーションできるモデルの導入も必要と考えられた。

## ②森林炭素収支と各プロセスの季節・年変動

気候変動に伴う森林生態系における炭素収支の変動推定に資する基礎データとして、本研究期間中に渦相関法によるフラックス観測を継続して行い、観測から推定される NEE および、鉛直混合が活発に起こっていると考えられる夜間の NEE データと気温との関係から得られる経験式から求めた  $R_e$  と GPP の年々変動とその変動要因について考察を行った。

図 2 に 2014-2017 年の NEE, GPP,  $R_e$  の月平均値の変動をそれぞれ示す。この 4 年間では、2015 年、2016 年は春先の気温が高く、展葉時期が早まり光合成活動が早期に活発化し、月平均 NEE が負に転じる（正味  $\text{CO}_2$  吸収に転じる）時期が早かった。また、2017 年は他の年と比べて 6 月の日射量が多かったが、気温は低めであったため、NEE の負値が増大した。一方、2016 年は秋の気温が他の年と比べて高く、日射量は少なかったため、 $R_e$  が大きく NEE の負値は小さかった。このように、当森林生態系の炭素収支は様々な環境因子が関係しており複雑であるが、長期の観測データを蓄積して、年々変動と気象条件との関係を詳細に解析することにより、気候変動に対する生態系の応

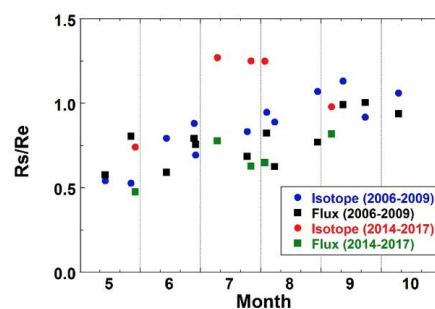


図1 (村山ら, 未発表)

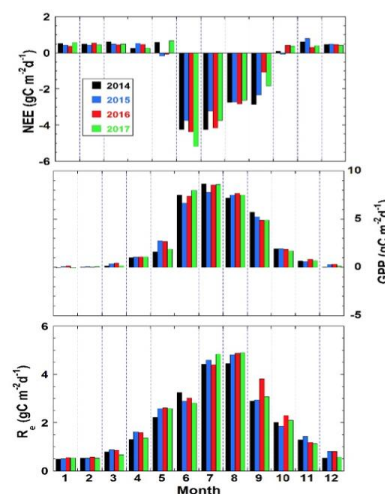


図2 (村山ら, 未発表)

答予測の精緻化が期待される。

（村山，村岡）

### ③樹木幹呼吸速度の環境応答とフェノロジー

生態系呼吸の要素の一つである植物地上部のうち樹木の幹の呼吸速度の季節性や環境応答パターンに関する知見を蓄積し、モデル改良に資するため、携帯型 CO<sub>2</sub> 分析計を用いて TKY サイトにて幹呼吸速度を測定した。図 3 に本課題期間中に測定したダケカンバとミズナラの成木の幹呼吸速度の季節変化と幹表面温度との関係を示す。幹呼吸速度は明瞭な季節変化を示し、気温が高く、樹冠での光合成生産量が高い時期にピークを示した。幹表面積あたりの呼吸速度はダケカンバの方がミズナラよりも高い傾向が認められた。このデータと別途計測した幹表面温度データから 2016 年の無雪期幹呼吸量を推算したところ、開葉前の 4 月にはダケカンバとミズナラでそれぞれ 0.7 molCO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>（幹表面積あたり）と 0.74、展葉完了期の 6 月には 1.8 と 1.7、最も光合成生産量が多い 8 月には 3.5 と 2.8、落葉期の 10 月には 1.2 と 1.3 だった。今後これらのデータを元に炭素収支モデルの検証を進める計画である。

### ④土壌呼吸速度の環境応答とフェノロジーに対する温暖化影響の実験的検証

温暖化が土壌炭素動態に及ぼす影響を実験的に検証して生態系モデルの予測精度の向上に寄与することを目的として、苫小牧サイトと TKY サイトにおいて野外土壌温暖化実験を実施した。地温は電熱線により操作した。

地温の上昇は土壌微生物および植物根の呼吸速度の増加を通じて土壌呼吸速度を顕著に増加させることが複数年の観測によって明らかになった。また、呼吸速度の温度依存性は季節変化すること、および温暖化処理区では呼吸速度の温度依存性がやや弱まることも示された。本研究において森林土壌呼吸の温度反応特性が温暖化によって変化することが示され、これは生態系モデルにおける土壌呼吸速度推定手法の改善の重要性を示唆する重要な知見である。

（村岡，魯ら）

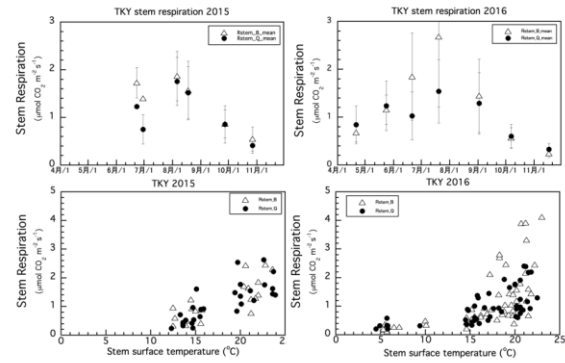


図3（村岡ら，未発表）

## 2. 光合成生産効率と力学的安定性から見た広葉樹シュートの3次元構造

植物の3次元構造は、光合成等のための資源の効果的な獲得と利用、及び外的環境要因によるダメージリスクの回避において重要な機能を持つ。植物の光合成が効率的に行われるかどうかは、葉がどのように配置されるかに左右される。葉の配置にはしかなるべき量の安定な茎が必要であり、このような茎への炭素資源投資の必要性は、葉への資源投資との間のトレードオフを通じて、植物全体の光合成生産性に影響するといわれる。本研究では樹木の末端部シュートにおいて、樹冠の力学的安定性を樹冠の光合成生産効率と力学的安定性の間にどのようなトレードオフが存在するかを明らかにすることを目的として、以下の項目を実施した。

### 自重による変形傾向を考慮したシュート節間長が光合成生産に与える影響のシミュレーション

植物の茎の力学的支持機能には、安定な枝葉の配置と破壊に対する安全性の維持という二つの側面がある。末端シュートにおいて安定的な枝葉配置が達成されることは、光合成生産効率の維持という観点から重要である。前年度の研究では破壊に対する安全性の観点からシュートの構造を評価したが、本研究では荷重に対する茎の安定性に着目し、自重に関して、荷重による変形の大きさが一定の傾向を維持するようなシュートのモデルを考えた。これらのモデルを用いて、高山試験地に自生する4樹種（ミズナラ，ダケカンバ，ノリウツギ，オオカメノキ）のシュートの形態データから全体の構成コストあるいは乾重量は変化させずに節間の長さを伸縮させた仮想シュートを作成し、必要となる茎の乾重量及び構成コストを計算した。また、この仮想シュートにおいて YplantQMC を用いた光合成シミュレーションを行い、シュートの単位重量あたりの光合成生産量や光獲得効率などを計算した。これらの

結果から、シュートの節間長が光合成生産効率に与える影響を考察した。

シュートの単位重量あたりの光合成生産、すなわち光合成生産に対するバイオマス投資の効率性は、林冠樹種のミズナラの日向シュートとダケカンバでは本来の光環境に近いオープンな光環境下で節間長を 50%に減少させた場合に最も高かった（茎への資源投資が小さくてすむために、葉への投資量が相対的に増加したため）。その一方で、節間長の減少は葉の相互被陰を増大させ、葉面積あたりの光吸収および CO<sub>2</sub> 同化量を減少させた。同様に、林床樹種では本来の生育環境に近いギャップあるいは林床の光環境を想定したシミュレーションにおいて、バイオマス投資の効率性は節間長をオリジナルよりも短くした場合に最大の値をとったが、ここでも節間長の縮小は葉面積あたりの CO<sub>2</sub> 同化量を減少させた。以上の結果から、葉の光合成効率とシュートのバイオマス投資効率とのバランスが重要であると考えられた。

### 耐風性と光合成生産から見たミズナラ日向/日陰シュート形態の機能的差異の調査

ミズナラ末端シュートは樹冠内の位置(上部/下部)によって異なる形態をとる。樹冠上部の日向に配置されるシュートは、樹冠下部の日陰に配置されるシュートよりも節間が短く太い傾向にある。樹冠上部シュートと下部シュートは光環境・風環境において異なっており、樹冠上部は強光・強風、樹冠下部は弱光・弱風という環境におかれている。長さに対する直径が大きいことは風を受けたときのシュートの変形を小さいものにし、樹冠上部シュートが風にさらされる環境で安定な形を保つ上で有効である。一方で、節間長が小さいことはシュート内の葉の相互被陰を増大させ、単位葉面積あたりの光合成生産において負の要素となりうる。本研究では、樹冠上部/下部シュートの風に対する変形しやすさの違いを調べるとともに、このような力学的機能を持つことと光合成生産性との間にどのようなトレードオフが存在するかを明らかにすることを目的とした。

### ミズナラ日向/日陰シュートの風に対する変形特性

岐阜大学高山試験地に自生するミズナラの樹冠上部と下部から採取した末端シュート(長さ 36-57 cm, 基部直径 4.7-6.9 mm)を用いて 2016 年度に行われた風洞実験のデータから、日向/日陰シュートが様々な強さの風(4.6, 8.5, 12, 17, 19 m/s)に対して起こすたわみの程度を分析した。日陰シュートは低風速の風(4.6 m/s)でも大きく変形し、受風面積も大きく減少したのに対し、日向シュートは同じ風速の下では受風面積はほとんど変化せず、変形具合も日陰シュートに比べかなり小さかった(図4)。また、シュートの主軸となる枝の樹風前後の各部の傾斜の変化は、固定端から直線的に増加しているようであった(図5)。

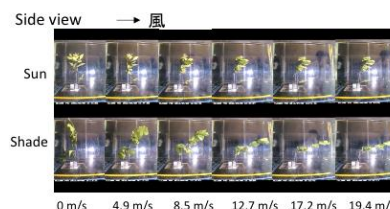


図4 受風時のシュートの変形具合

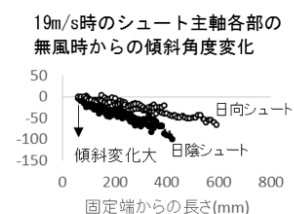


図5 受風前後のシュート茎各部の変化

### 風による変形傾向を考慮したシュート節間長が光合成生産性に与える影響のシミュレーション

高山試験地で測定されたミズナラ末端シュートの3次元形態データをもとに、風洞実験により得られた抗力係数等を用いて、風を受けたときのシュートの変形の大きさが保たれるような長さ-直径関係を持つ仮想シュートを作成し、これらの仮想シュートのオープン下、ギャップ下、ギャップなし林床の3つの光環境における光合成シミュレーションの結果を比較し、節間長の最適性および樹冠上部の強風・強光の環境での光合成生産に関する日向シュートの有利性を検証した。

シミュレーションの結果から、オリジナルからの節間長の変化は光合成における資源投資効率あるいは葉の配置効率において不利益をもたらすことが示唆された。また、オリジナルのシュート同士の比較では、日向シュートのほうが若干シュートマスあたりの光合成生産量が大きかったものの有意差は確認されなかった。しかしながら、オープンな環境ではシュートは風にさらされるため、日陰シュートは風に対するたわみやすさが光合成に関して不利に働くと考えられた。

(南野, 村岡, 南光)

## 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）

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 29 年度は、科研費（代表 1 件、分担 2 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 2 件、一般研究 7 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。具体的には、[I] 樹種別の量的（葉量）・質的（光合成能、気孔開閉）な葉群フェノロジーおよび生態系機能（水・炭素循環）の環境応答特性と、[II] 遷移過程に伴う林分を構成する優占種の変遷、に着目することで、生態系機能の現状診断と変動予測の精緻化・高度化を図る。昨年度に引き続き、主に重点研究サイトである 50–60 年生の落葉広葉樹林（TKY サイト）において植生遷移初期から植生遷移後期の林分を構成するシラカンバ・ダケカンバ、ホオノキ・ミズナラ・ブナ、林床低木種であるノリウツギ・オオカメノキおよびクマイザサなど 11 種 43 個体の樹液流計測を継続するとともに、自動カメラ観測も実施し、葉群フェノロジーと蒸散量の季節変化データを継続取得した。林冠木の葉群フェノロジーを生態系モデルに導入し水・炭層循環のモデル計算を実施した結果、夏季に蒸散のピークがある一山型の上層木の蒸散量季節変化と、春先にピークを持つ林床ササ群落の蒸散量季節変化をよく再現していた。加えて、気候変動の影響を調査するために、約 2°C の気温上昇を想定した生態系モデルの感度実験を実施した。その結果、林冠木の展葉開始の早期化、落葉終了の晩期化の影響で、林冠木の蒸散期間が長期化することが示唆されたが、林床ササ群落の蒸散量の変化は小さいことが示唆された。また、10 年に渡る樹種毎（ミズナラ・ダケカンバなど落葉樹 14 種）のリターと LAI データを整備し、Ecological Research のデータペーパーとして出版し、Ecological Research Paper Award 2017 を受賞した。

### 2. スギ・ヒノキが優占する常緑針葉樹林の気候変動応答の解明

スギ・ヒノキが優占する常緑針葉樹林は、日本の森林面積の 30% 程度を占める。このため、この森林生態系における炭素循環の気候変動応答特性とその空間変動を明らかにすることは、日本の地域スケールの炭素シークエストレーションを考える上で、最も重要な研究の一つである。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常緑針葉樹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、高山を対象に昨年度得た 27 年分（1990 - 2016 年）の炭素収支モデル推定値と気象要素の相関分析を実施し、多様な気象条件の中で生産量への影響が大きい気象因子を抽出した。さらに、温量指数が異なる全国 3 地点（宮崎、福岡、福島）のモデル計算を実施し、岐阜県・高山の結果と比較することで、異なる気候帯における生産量への影響が大きい気象因子に関する予備検討を行った。高山を対

象に昨年度推定した 27 年分（1990 - 2016 年）の炭素収支モデル推定値と気象要素の相関分析の結果から、とくに、早材幅や晩材幅に最も影響を及ぼす当年春の生産量に着目すると、この時期の生産量は、主に、気温によって制御されていることが明らかとなった（図 1, Gifu）。この結果は、年輪構造クロノロジーと気象値の相関解析の結果と整合性がとれていた。さらに、温量指数が異なる全国 3 地点（宮崎、福岡、福島）のモデル計算を予定より前倒して実施し、岐阜県・高山の結果と比較することで、異なる気候帯における生産量への影響が大きい気象因子に関する予備検討を行った（図 1）。解析地点は、年輪構造クロノロジー採取地または採取予定地から温量指数に基づき、宮崎（温量指数 140）、福岡（温量指数 97）、福島（温量指数 73）の 3 地点を選択した。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。これを入力データとして、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た（図 1）。今後、解析地点数を増やすとともに、モデル推定値と年輪情報との整合性のさらなる検討を行う必要がある。

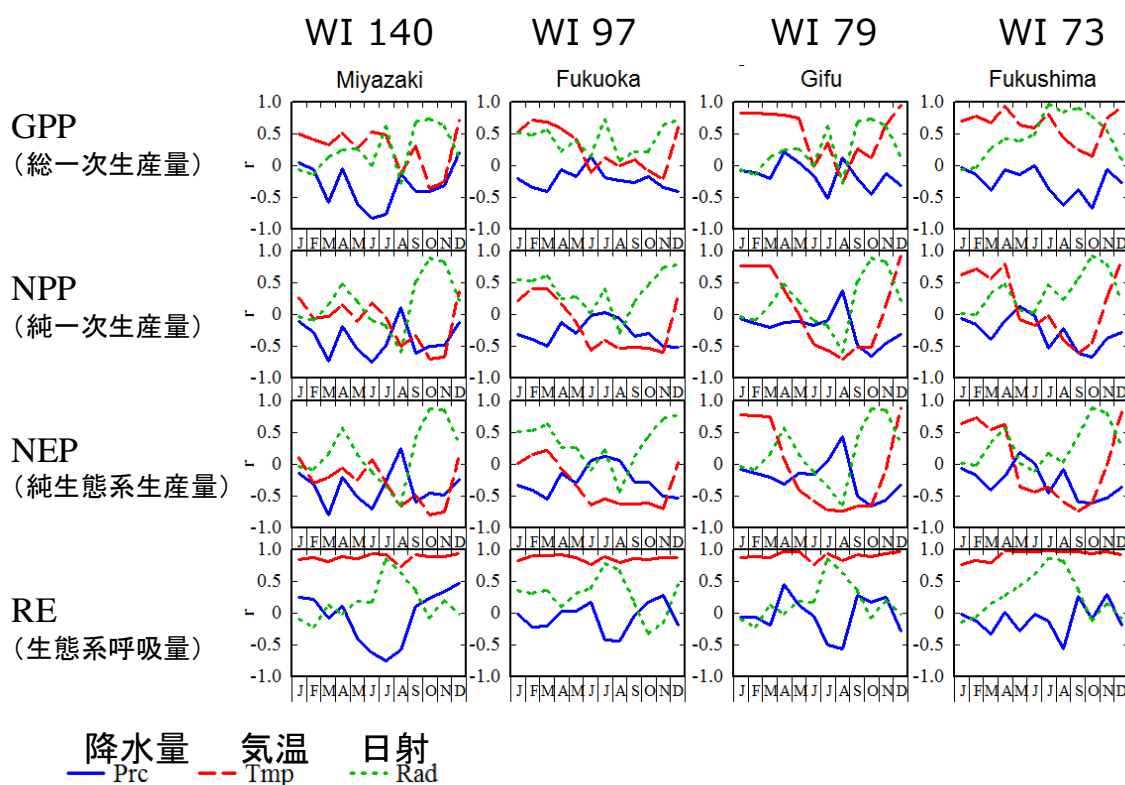


図 1 温量指数 (WI) が異なる各地域におけるモデル推定炭素収支と気象要素 (降水量, 気温, 日射量) の相関係数の季節変化。寒冷地ほど冬から春先の生産量の気温依存性が高い傾向がある。

## 研究テーマ：地表面での熱・水・CO<sub>2</sub>交換に関する研究

所 属：水系安全研究部門 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）・永井 亨・早川 明良・池 康宏（川崎重工株式会社）・北倉 和久・栗林 亮介・鈴木 拓明（宇宙航空研究開発機構）

研究協力者：金澤 拓人・Rio Chandra（大学院学生）・平 侑都・竹中 優平（学部学生）

平成 29 年度の研究活動として、以下の2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。以前からある溢水式雨量計（Yokogawa Weathac. B-071-00）と比較して、昨年度、移設したヒーター式雨量計（クリマテック CTKF-1-UD）で得られた降雪量が小さく、またヒーターを増設するも能力不足で、大雪の際に溶かしきれなかったことから、今年度、ヒーターをさらに増設して（図1）比較観測を冬期に行った。

まず、雨の場合、CTKF-1-UD 雨量計は、今までの自動気象観測装置の雨量計と同じ値を示すことが確認されたので、いままでのヒーターなしの雨量計と取り換え、運用することにして、降雪時期を待った。解析は、H30 年度に入り、雪が解けてから行ったが、2017 年 11 月 11 日から 2018 年 4 月 30 日の期間で、溢水式 867 mm に対して、ヒーター式 834 mm と、33 mm（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る。誤差は通常許容される 5% を下回っているので、運用に入ることを考えているが、気象観測の値を用いて補正を試み、おおよその補正はすでに行っている。今後慎重に検討して、雨量計の更新を行う予定である。



図1 水道用凍結防止ヒーターを巻いた雨量計（CTKF-1-UD）



図2 高山試験地での比較観測の様子



## 2. レーザー光伝播に影響を与える大気境界層の温度変動の研究

川崎重工株式会社との共同研究及び宇宙航空研究開発機構（JAXA）・東海大学との共同研究により、レーザー光が大気境界層を伝播する際に、大気の屈折率の変動により影響を受け、明滅や光路の湾曲などを起こすことについて、研究を進めている。本年度は、昨年度、北海道大樹町の JAXA 大気航空宇宙実験場におけるキャンペーン観測のデータの解析、東海大学湘南キャンパスでの観測（2017 年 9 月と 2018 年 3 月）、岐阜大学工学部 C 棟屋上と教育学部屋上を使った観測（2017 年 12 月～2018 年 2 月）を行った。この観測では、本研究室からは、熱電対温度計と超音波風速温度計を持ち込み、気温の乱流変動の空間分布と時間変動を計測した。

昨年度の観測データの解析からは、超音波風速温度計による気温時系列から凍結乱流仮説を用いて推定した大気の屈折率変動の構造関数による慣性小領域での構造定数  $C_n^2$  を、レーザー光のシンチレーションを利用したシンチロメータによる計測と比較し、既往の理論通り、両者はおおよそ一致することを確認し、乱流統計量の算出に用いる気温変動の時間長を変えて、その影響を検討した。通常の乱流統計量の取り扱いで想定されている渦の積分スケールも 10 倍程度の時間よりも短い時間の統計でも、同程度の短い時間のシンチロメータの計測値と同様の幅での値の変動を示し、大気乱流は通常の 30 分や 10 分と言った時間スケールではなく、1 分程度での統計でもある程度エネルギーカスケードが定常的に起こっていることが期待された。ここで求めた構造定数は激しく変動する。また、他に、大気安定度他の大気の平均的な統計値と  $C_n^2$  を結ぶ既往の実験式の適用についても同様に検討を行った。しかし、観測時の低温や熱電対計測の電磁ノイズ対策の不足により、データにはかなりのノイズが混入しており、処理に非常に手間がかかった上に、精度にも改善の余地が残る結果となった。

湘南キャンパスでの計測はそれよりもかなり状況がよく、上記の結果をより定量的に解析することができたが、一方で、飛行場で行われた大気航空宇宙実験場と違い、起伏のあるキャンパスでの校舎間でのレーザー光による計測と校舎屋上での乱流観測との比較になり、場所の違いを反映して定量的には一致しない結果となった。複数の細線熱電対を利用した観測からは、小スケール気温の乱流変動が、確かに等方的であることが確認され、乱流統計理論の前提条件が成立していることを示した。今後 2018 年 3 月の観測と合わせより詳しく解析を進める。

岐阜大学屋上での観測は、冬期の強風、降雪の元の長期観測となり、機器の故障などにより長期連続データは取得できなかったが、新規の超音波風速温度計、細線熱電対を新規のロガーで取り込むシステムを作成し、テストすることができた。ドラフトの排気口が多数あり、そこでモーターが回り、階下には NMR などの強力な電磁ノイズを出す装置のある環境のため、熱電対には多量のノイズが入ってしまったが、結果的に、それを防ぐための金属シールドとアースの結線、電源への対策など多くのノウハウを取得することができた。それ以降の観測ではこのシステムが活躍すると期待される。3 月の湘南での観測の様子を図 3 に示す。



出す装置のある環境のため、熱電対には多量のノイズが入ってしまったが、結果的に、それを防ぐための金属シールドとアースの結線、電源への対策など多くのノウハウを取得することができた。それ以降の観測ではこのシステムが活躍すると期待される。3 月の湘南での観測の様子を図 3 に示す。



図 3 2018 年 3 月の観測、左、岐阜大の観測装置、中、JAXA、東海大のレーザー関係観測、右、気象観測ドローン

## 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・石黒 泰（流域圏科学研究センター）・ラマ ヤンダ（博士学生）・三輪 浩（舞鶴高専）・赤堀 良介・石黒 聡士（愛知工業大学）・小野田 幸生・萱場 祐一・川村 里実（(国研) 土木研究所）・古里 栄一（埼玉大学）・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）・山上 路生（京都大学）・神谷 浩二（工学部）

研究協力者： 大橋 一弘・荒川 貴都・天野 裕行・アマナトウラ サヴィトリ（大学院生）・角田 美佳・塩澤 翔平（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）・井上 公斗・杉山 英夫（岐阜県）・蒲 勇介（NPO 法人 ORGAN）・小森 胤樹（郡上エネルギー）

平成 29 年度の研究活動のうち、3つの研究課題について結果の概要を示す。

### 1. 気候変動予測データベースを用いた洪水頻度解析による長良川流域の温暖化影響評価

#### 概要：

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、国家と地域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。水防災の分野では、近年あいつぐ記録的豪雨や災害被害の発生を受けて、国土交通省は、平成 27 年以来、想定最大外力による氾濫浸水想定や、水防災意識社会再構築ビジョンの展開など、ハード整備の限界を超える超過洪水の発生を前提とした取組みを強化してきており、気候変動による水害リスクへの影響予測と、これに対する適応策を議論する機運は、かつてないほどに高まっている。しかしながら、水害リスク評価を、実効性を伴った適応策へと展開していくためには、制度面での課題や工学的課題も多く残されている。河川法に基づく河川整備基本方針及び河川整備計画は、将来の外力変動を考慮する枠組みをもたないために、気候変動予測情報を計画に反映することが現状では困難である。さらに、河川管理の実務で用いられる一般的な計画論や検討手法と、各種の影響評価手法の間にみられる乖離が、結果の解釈や実務への活用を難しくしている可能性が指摘できる。

本研究は、気候変動予測データベースを用いた洪水頻度解析に、河川管理者が計画策定に用いている流出解析モデルと水文観測データを極力活用することにより、河川管理者にとって理解しやすく、円滑なリスクコミュニケーションを実現する温暖化影響評価手法を構築することを目的とし、木曾川水系長良川を対象とした検討を行った。また、本手法の汎用性や適用性について、長良川流域での結果を基に考察した。

#### 結論：

- 1) d4PDF 領域モデル 過去実験及び 4℃ 上昇実験から長良川流域における年最大降水イベントを抽出し、貯留関数法モデルにより洪水流出解析を行った。
- 2) 解析結果より求めた洪水頻度分布には 10%程度の過大評価の傾向が見られたものの、簡易な補正係数の導入により、年最大流量観測値の分布を良く再現した。
- 3) d4PDF 過去実験と 4℃ 上昇実験を用いて、対象流域における洪水頻度を定量的に評価する手法を提案した。本手法は他流域にも適用できる汎用性を有しており、河川管理者とのリスクコミュニケーションに資する。

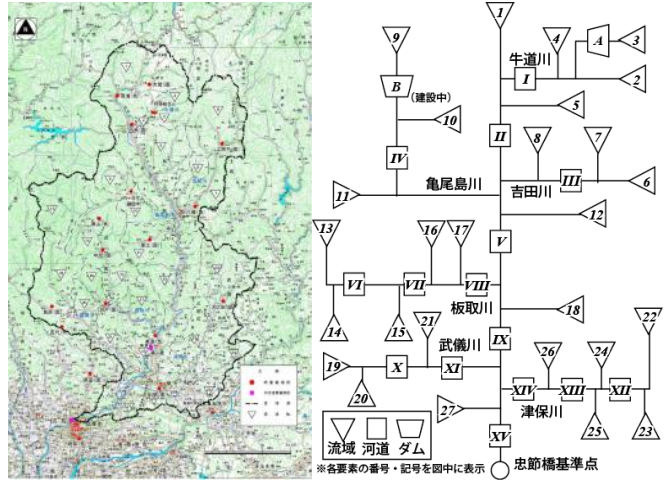
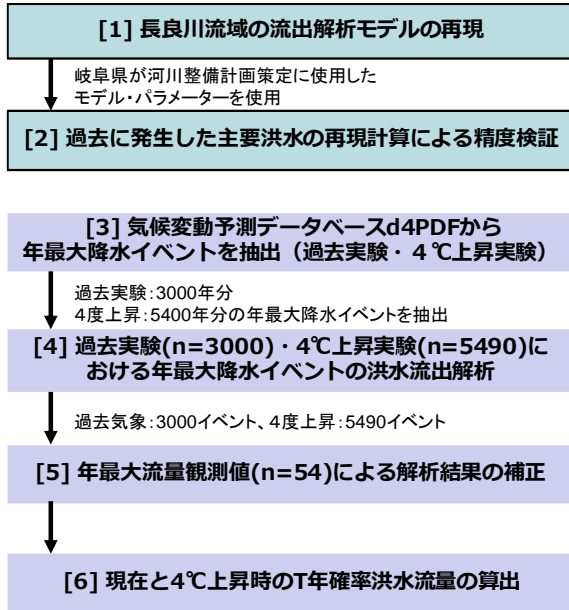


図 2 長良川流域流出解析モデル（貯留関数法）

図 1 検討の流れ

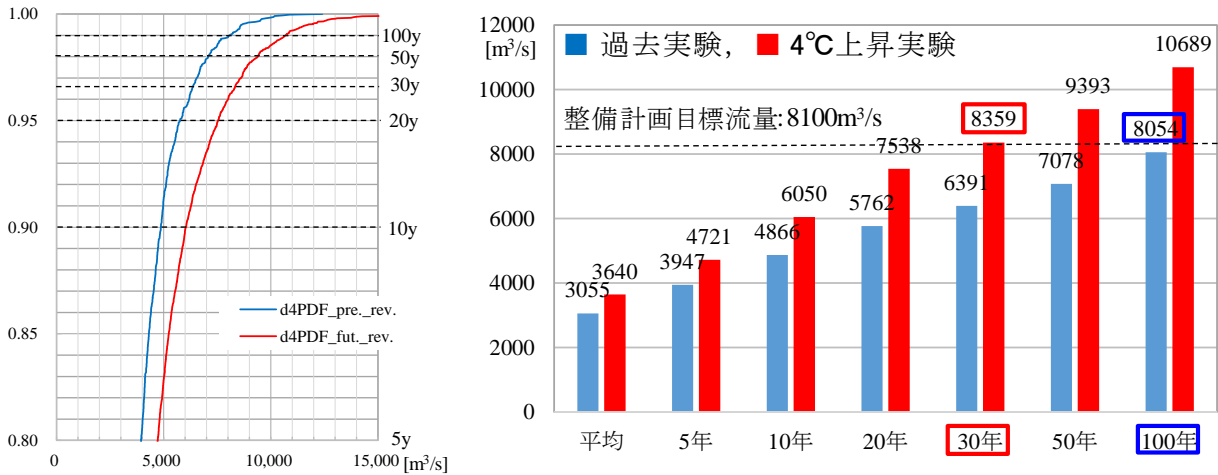


図 3 T年確率洪水流量の評価結果（長良川忠節地点）

## 2. 自然堤防帯河道における高水敷掘削後の土砂再堆積過程

### 概要：

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水面での効果、氾濫原的な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まだ未解明な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、両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分布等について検討した。さらに、モデル計算結果を現地調査結果と比較することにより、

高水敷掘削後に両河川の間で堆積傾向の違いを生じさせるいくつかの要因について考察した。



図 4 揖斐川・長良川調査地の位置  
(水害地形分類図上に表示)

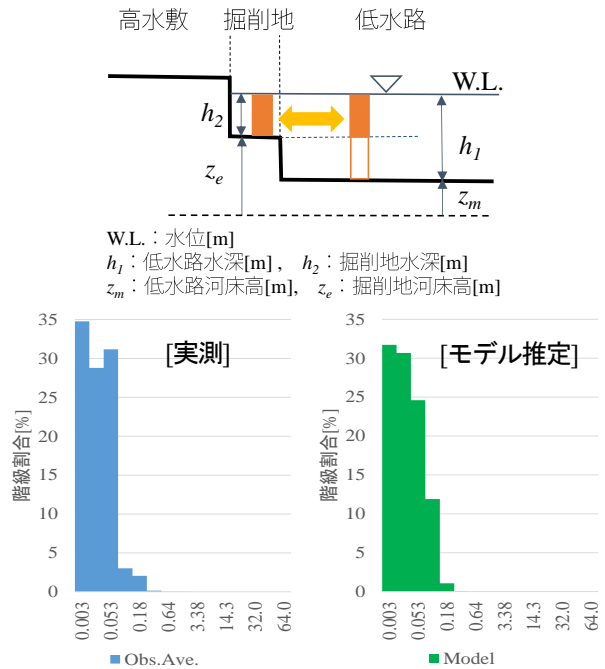


図 5 簡易浮遊砂モデル概念図 (上) / モデルにより推定された堆積土砂粒度分布 (下: 揖斐川)

**結論:**

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。

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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おり、これらの要因の検証を今後進めるとともに、モデルに反映していく。

**3. 山地河道の Step-Pool 地形形成における川幅と河岸粗度の効果**

**概要:**

自然度が高い山地河道には Step-Pool という階段状の河床形状が見られる。Step-Pool とは、一般に河川断面方向に巨石や巨礫が集積して形成される Step と、その下流河床が洗掘された Pool が交互に連続して出現する形態をしている (Chin 2005; 権田ほか 2008)。Step-Pool 構造の機能として、Step の強固な構造が河床を安定させる役割を持っている (Abrahams et.al 1995)。また、多様な水理環境を持ち、生物、魚類の生物生息場 (habitat) としての機能も持ち合わせている。

1970 年代以降、中小河川改修が進み、多くの山地河道も河川改修が行われた。これにより多くの山地河道は護岸が設置され、断面積の増加や河岸粗度の低下などにより洪水流下能力の上昇で土砂災害や水害の防止に貢献した。一方、図 -1.3 のように河岸粗度の低下や河川改修時の Step の破壊等により、洪水時 Step-Pool が流出し、急激な河床低下が

生じ、計画以上の流量流下や洪水到達時間の短縮など下流への被害拡大が生じた事例も散見される。

このような負のレスポンスを回避しながら山地河道区間の治水安全性と河川環境保全を両立するためには、山地河川に本来備わっている河道安定機構である Step-Pool 地形の保全・復元技術の確立が急務であるが、山地河川の川づくりについては学術的、技術的知見が不足しており、護岸整備済み山地河道を対象とした Step-Pool 復元工法の研究事例は未だ充分でない。そこで本研究は、川幅(水路幅)と河岸の粗度が Step-Pool の形成・維持に及ぼす影響を検討することを目的とした水理実験を行い、河川改修による断面形の変更や河岸粗度の変化が Step-Pool の形成・維持に与える影響について検討することを目的とし、山地河道の川幅と河岸の粗度の有無が、Step-Pool の形成・維持に及ぼす影響を検討するため、簡易な移動床水理実験を行った。水理実験は、水路幅 2 通り、河岸の粗度に見立てた粗度板の有無を組合せた計 4 通りの条件について、一定のパターンで通水を行い、河床縦断面形の変化、流出土砂量、通水による流出土砂及び通水後に表層に残存した土砂の粒度分布等の計測を行うとともに、ビデオ撮影を行った。実験結果に基づき、Step が形成・維持される過程や流出土砂量に、川幅や河岸の粗度が及ぼす影響について検討した。



図 6 Step-Pool 地形の形成

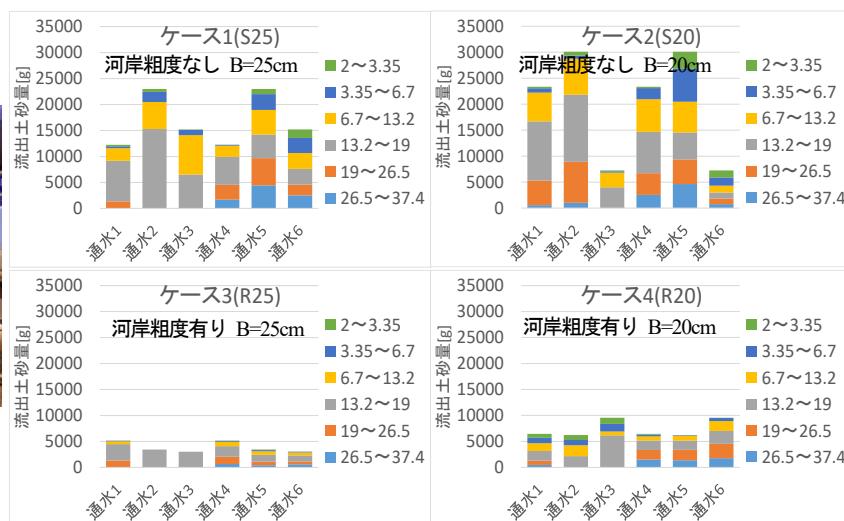


図 7 河岸粗度による流出土砂量の大幅な抑制効果

**結論：**

本研究では、川幅(水路幅)と河岸の粗度が Step-Pool の形成・維持に及ぼす影響を検討することを目的とした水理実験を行い、河川改修による断面形の変更や河岸粗度の変化が Step-Pool の形成・維持に与える影響について検討した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 川幅と Step の形成・維持の関係性として、水路幅と最大クラスの石礫径の比  $W/D84$  が 6 以下であれば、Step が安定的に維持されるとされている。本実験では、川幅の変化による影響は、川幅が狭くなることで単位幅流量が増加し、水深・流速が増加することで掃流力が増加し、流出土砂量も増加(河床が低下)したものの、川幅を狭めることによって Step が維持される効果はほとんど確認されなかった。
- 2) 河岸粗度の有無による影響は、河岸粗度を付加した条件下では、河岸近傍の流速の低下により、河岸近傍の石礫に作用する流体力が減少して河岸近傍の礫が安定し、これらの礫が Keystone としての機能を持つことで河道が安定し、流出土砂量が減少する効果が確認された。
- 3) 反砂堆によって Step が形成される過程が確認された(反砂堆理論)が、Step の維持においては河岸近傍の Keystone の存在が重要であることが示唆された(Keystone 理論)。つまり、Step-Pool が形成・維持されるには、どちらかの理論のみが成立する状況ではなく、反砂堆理論及び Keystone 理論が同所的に成立することが必要と考えられる。

以上

## 研究テーマ：水質安全、水環境保全及び有機廃棄物のコンポスト化に関する研究

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・岩間 紀知・藤澤 智成・SONG Ran・LI Wenjiao・LI Shuilei・Zaw Min Han（大学院学生）・近藤詩織・丸山宏樹・丹羽清貴・伊藤芳朗（学部学生）

平成 29 年度における主な研究活動は以下の通りである。

### 1. 活性炭吸着浄水処理プロセスにおける有機物と細菌の挙動

より安全で安心できる水道水を供給するため、従来の浄水処理プロセスに粒状活性炭処理施設を付加して高度浄水処理を実現する水道事業者が増えている。多くの場合、粒状活性炭処理施設は前塩素なしの方式で運転されるため、活性炭表面に生物膜が形成し、生物活性炭吸着施設に移行する。生物膜の形成により、活性炭の吸着機能に加えて、有機物の分解やアンモニアの酸化も期待できるが、生物活性炭層内の酸素濃度の低下状況によっては嫌気性微生物が増殖し、臭気の発生や微生物の漏出による水質リスクの増大が懸念される。

本研究では、5 種類の細孔分布の異なる粒状活性炭を充填したカラムを用いて、長良川河川水を空筒接触時間 20 分となる条件で連続通水する実験を行い、処理時間の増加に伴う処理水中の有機物の濃度変化、3 次元蛍光スペクトルに基づいて評価する組成変化、フローサイトメーターによる生菌数と死菌数の濃度変化から、生物活性炭浄水処理プロセスにおける有機物と細菌の挙動を検討した。

活性炭は石炭系として GAC-A, -B, -C, -D の 4 種類、ヤシ殻系として GAC-E を用いた。長良川の河川水を供試水とし、下降流方式で連続処理を行った。空筒接触時間は 20 分とした。処理時間の増加に伴い、有機炭素(DOC)で示す全有機物の流出濃度は図1のようにほぼ安定した形で推移するが、紫外部吸光度(UV260)で示されるフミン質を中

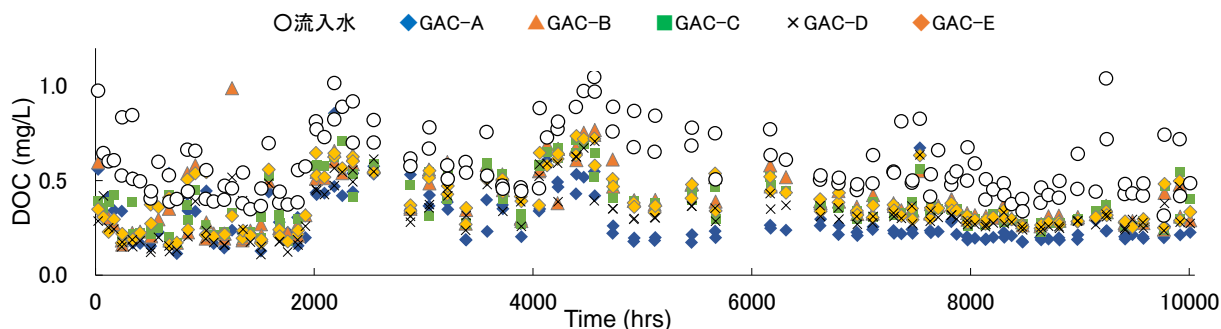


図1 それぞれの粒状活性炭を用いた長期通水処理実験における全有機炭素(DOC)で示す有機物の流出挙動

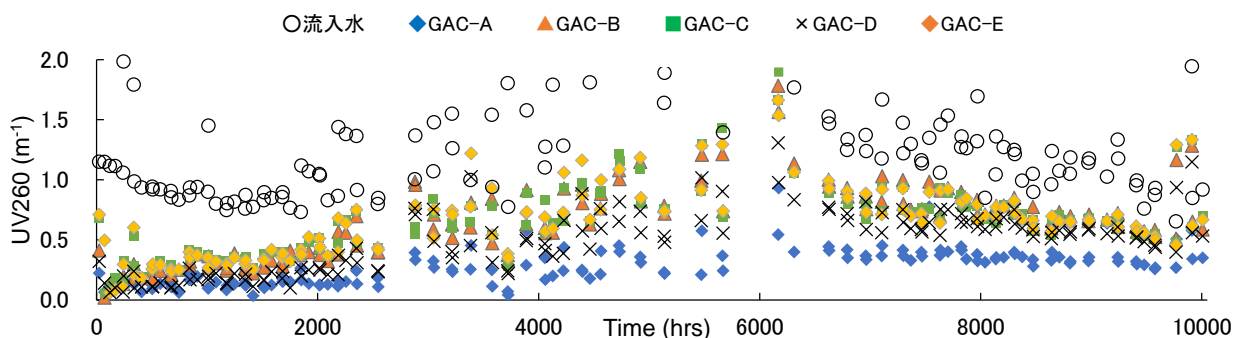


図2 それぞれの粒状活性炭を用いた長期通水処理実験における UV260 で示す有機物の流出挙動

心とした有機物の流出濃度は図2のように緩やかに上昇する傾向を示しており、除去率は徐々に低下していることが分かった。DOC と UV260 の両指標とも、1.5-24nm の細孔径範囲で細孔容積が比較的多い活性炭（GAC-A と GAC-D）の方で流出濃度が低く、フミン質のような分子サイズの大きい有機物を効果的に吸着除去させるにはマイクロ孔とマクロ孔の間に分布するメソ孔がより発達している活性炭を選定することが有効と考えられる。

処理時間の増加に伴う処理水中における生菌と死菌の濃度について、フローサイトメーターによる測定結果を図3と図4に示す。生菌の濃度が死菌の濃度より2オーダーほど高く、粒状活性炭の種類による顕著な差はないことが示された。ただし、処理水中の生菌と死菌は流入水中のものを抑留されずに流出してきたものか、または徐々に成熟してきた生物膜から剥離して処理水中に混在しているかについては、得られた傾向からは判断することはできず、群集構造の解析を行い、その結果から明らかにしたい。

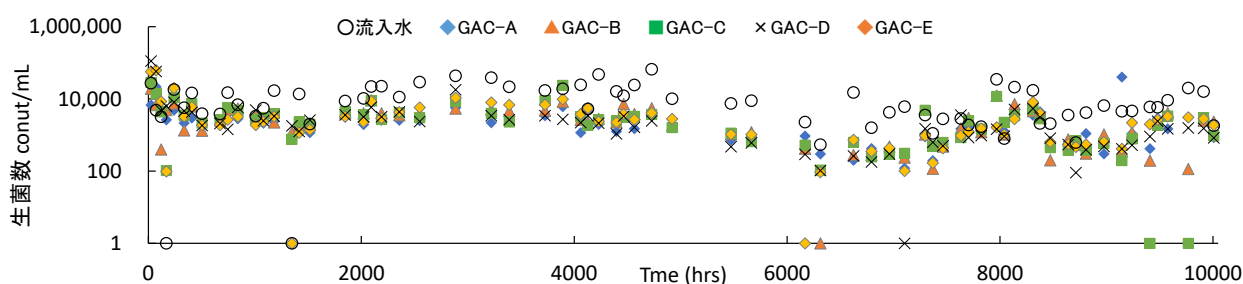


図3 それぞれの粒状活性炭を用いた長期通水処理実験における生菌の流出挙動

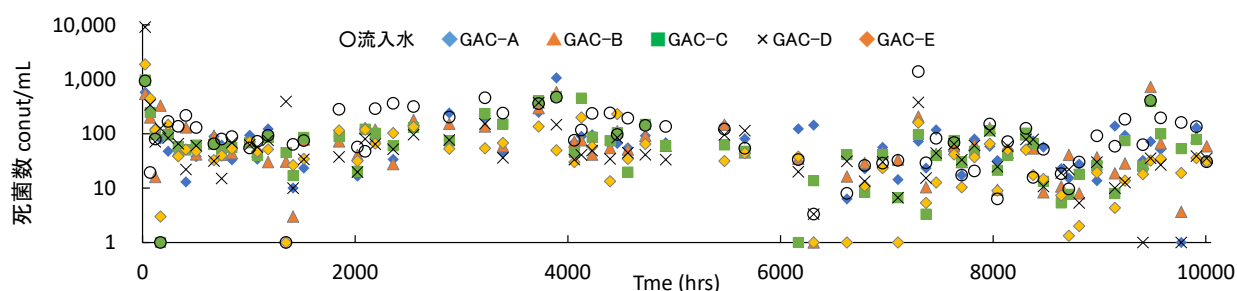


図4 それぞれの粒状活性炭を用いた長期通水処理実験における死菌の流出挙動

## 2. ミミズコンポスト化における余剰汚泥中抗生物質耐性遺伝子の消長

コンポスト化は資源循環型の処理方法として注目を集めている。コンポスト化の1つにミミズと微生物の両者の働きによって有機物を分解するミミズコンポスト化がある。有害ガスの発生が少なく、低コストでできるなどのメリットがあるが、余剰汚泥に含まれる抗生物質耐性遺伝子がミミズコンポスト化においてどのような消長を示すかについては新たな注目点である。本研究では余剰汚泥に対して、キノロン系の抗生物質であるシプロフロキサシンを添加してミミズコンポスト化実験を行うことで検討を行った。

実験は縦 16.5 cm、横 13 cm、深さ 8.0 cm のプラスチック容器をコンポスト反応器として使用した。余剰汚泥は岐阜県のある屠殺場廃水処理施設の脱水汚泥を用いた。汚泥 400g に対し、体重約 0.3-0.4g のミミズを選んで 20 匹ずつ入れた。抗生物質はシプロフロキサシンを用い、添加濃度はそれぞれ 0, 5, 50, 100 mg/kg (乾燥ベース) の 4 段階とした。この 4 段階の添加濃度に対応した反応器をそれぞれ SE0, SE5, SE50, SE100 と称する。また比較検討のため、ミミズと抗生物質を添加しないコンポスト処理も行った。これに対応した反応器を以降 SS と称する。コンポストは遮光と 25℃恒温の条件で 1 ヶ月行った。測定項目は、遺伝子項目としてキノロン系の抗生物質耐性遺伝子 (*qnrA*, *qnrS*)、インテグラーゼ遺伝子 (*int1*) 及び全細菌 16S rDNA を、またコンポスト性状項目として pH, EC, 含水率、有機物含有量(OM)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)、全窒素(TN)、全炭素(TC)、脱水素酵素活

性(DHA)及び可溶性有機炭素(DOC)を用いた。

コンポスト処理前の汚泥とコンポスト処理 30 日後の汚泥における抗生物質耐性遺伝子(*qnr A*, *qnr S*)の結果を図 5 に示す。*qnr A* は SS-30d では Initial より高い値を示しているが、有意な差は見られなかった。SS-30d も SE0-30d より低い値を示しているが、有意な差とは認められず、ミミズや微生物による働きはあまり示されなかった。抗生物質を添加した実験系では低い値を示した。また *qnr S* は SS-30d では Initial より高い値を示しており、30 日経過後でその濃度は増加することが分かった。SE0-30d では SS-30d に比べて低い値を示しており、ミミズや微生物によって除去されたことが示唆される。抗生物質の添加濃度を高くした実験系で高い値を示していることから、抗生物質の存在濃度によって差が生じることが分かった。また *qnr A* は抗生物質を添加した実験系減少したのに対し、*qnr S* は抗生物質を添加した実験系では増加した。

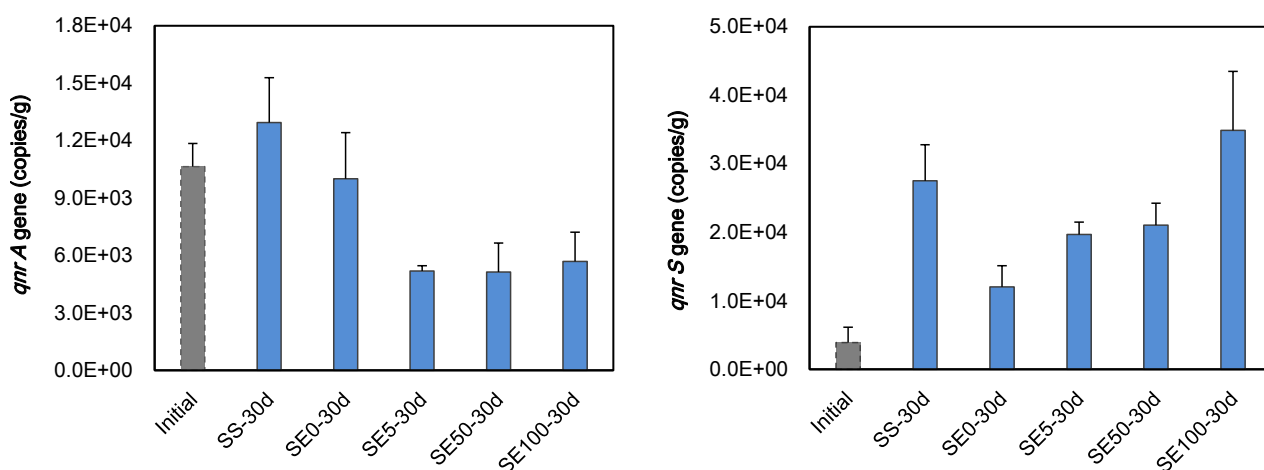


図5 コンポスト処理前後における抗生物質耐性遺伝子 *qnr A* と *qnr S* の消長

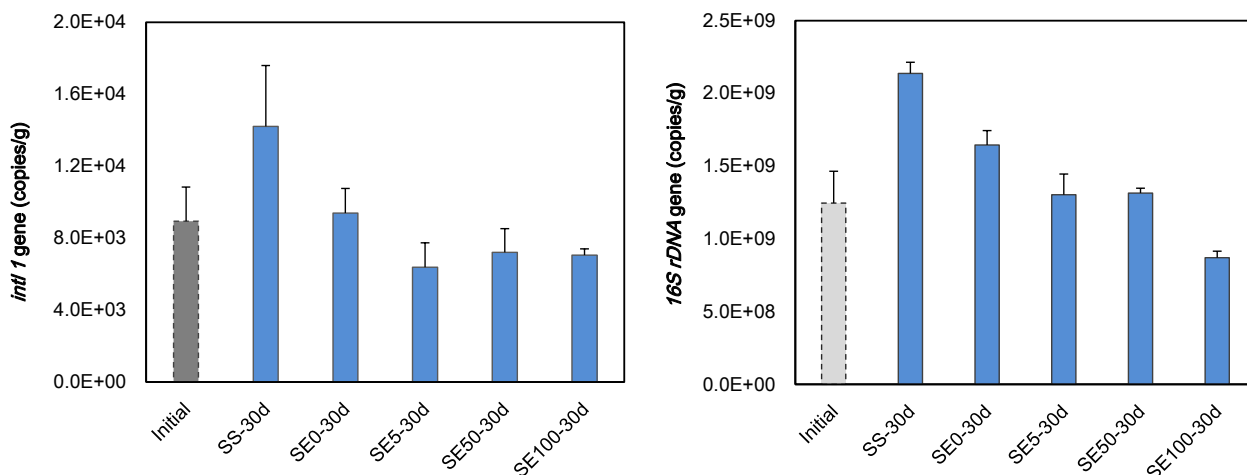


図6 コンポスト処理前後におけるインテグラーゼ遺伝子 *int1* と全細菌 16S rDNA の消長

コンポスト処理前後におけるインテグラーゼ遺伝子(*int1*)と全細菌 16S rDNA の結果を図6に示す。*int1* は抗生物質耐性遺伝子の組み込み能力を持つことで特徴付けられる遺伝子で、細菌間の遺伝子の水平伝播に係わる。*int1* は SS-30d では Initial より高い値を示しており、処理の経過に伴い抗生物質耐性遺伝子を伝播する働きが高くなっていることが分かった。SE0-30d では SS-30d より低い値を示しているのはミミズや微生物の働きによって除去されたことと考えられる。抗生物質を添加したものでも低い値を示しているの、抗生物質がミミズや微生物の働きに影響しないと示唆される。一方、16S rDNA は SS-30d では Initial より高い値を示しており、30 日経過後では 16S rDNA は増加することが分かった。これはミミズが含まれておらず、もともと存在していた細菌などにとって増殖しやすい



い環境であるためと考えられる。また、SE0-30d では SS-30d より低い値を示しており、ミミズや微生物による働きによって減少したと考えられる。抗生物質を添加した実験系の中では SE100-30d が最も低い値を示し、抗生物質の殺菌作用などによって細菌が死滅したのではないかと窺える。

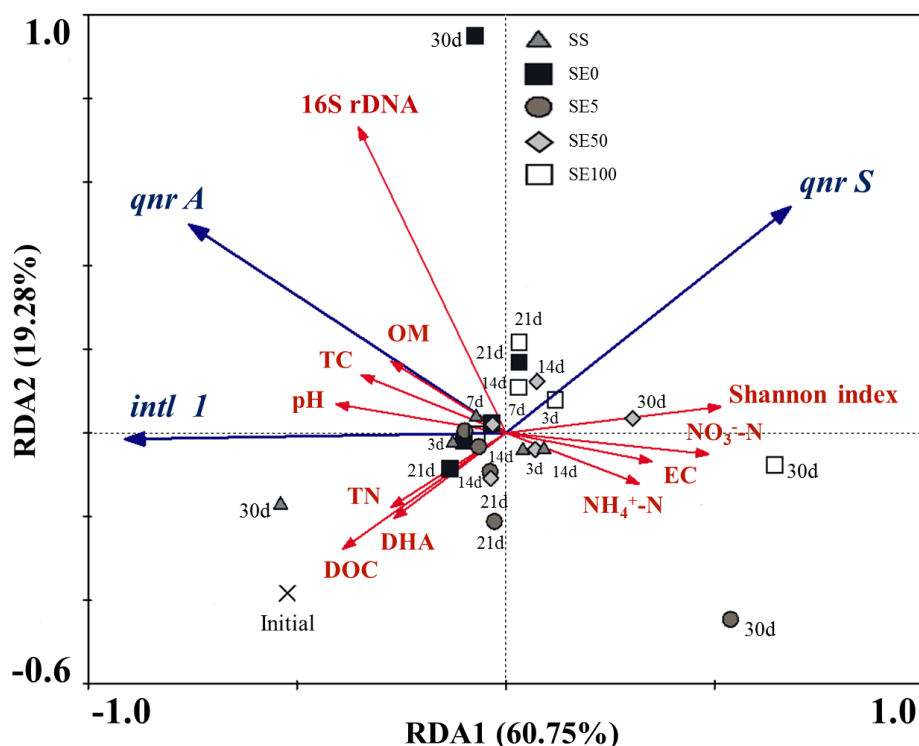


図7 汚泥のコンポスト処理における遺伝子項目と環境要因間の冗長性分析

遺伝子項目と環境要因間の冗長性分析の結果を図7に示す。青線が遺伝子項目を、赤線が環境要因（コンポスト性状項目と微生物項目）を示している。プロットは各コンポストのサンプルごとのデータである。矢印の長い遺伝子項目による影響が大きく、矢印の短いコンポスト性状項目による影響が小さいことが分かる。*qnr A* は 16S rDNA と正の相関が見られ、種の多様性指標シャノン指数とでは負の相関が見られた。*qnr S* はシャノン指数と正の相関が見られ、微生物活性の指標である DHA とでは負の相関を示している。*qnr A* と *qnr S* は微生物項目とで相関を示した。また *intl 1* は *qnr A* と正の相関、*qnr S* と負の相関を示しており、*qnr A* はインテグラーゼ遺伝子による伝播の可能性、*qnr S* は他の伝播の可能性が示唆された。プロットからコンポスト 30 日後では抗生物質の添加によって大きな違いがみられた。

## その他

- ・物理化学的浄水処理プロセスの機能評価と高度化に繋がる操作運転条件
- ・浄水処理プロセスにおける天然有機物とナノ粒子の除去特性
- ・膜ろ過高度浄水処理システムの最適プロセス構成
- ・浄水処理における消毒副次生成物の定量分析手法
- ・下水汚泥の熱分解と酸化分解の効果と水中溶解性有機物の組成
- ・生ごみのミミズコンポスト化処理における下水汚泥添加の効果
- ・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
- ・建設現場発生排水の処理技術及び汚染土壌の処理技術

## 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 特任助教）・李 富生（水質安全研究部門 教授）

研究協力者：本山 亜友里・佐藤 拓未・Aldilla Afiani Alda（大学院学生）・林 知佳・Siti Nor Ainsah（学部学生）

平成 29 年度は微生物燃料電池に関する、主に 2 種類の研究を行った。

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. 廃水中の懸濁物質が微生物燃料電池の発電能力に与える影響

#### 背景と目的

これまでに、微生物燃料電池の実用化を目指して様々な実廃水での運転例が報告されている。しかし、有機物除去量や発電量に関する報告が主であり、廃水中の懸濁物質（suspended solid：SS）には焦点が当てられてこなかった。しかしながら、SS は発電に対して基質として寄与したり、電極反応を物理的に阻害したりする可能性があり、発電能力に大きな影響を与えている可能性がある。そこで本研究では、上記可能性について検討することを目的とし、下水から回収した SS を人工廃水に添加し、微生物燃料電池の発電への影響を調べた。さらに、下水由来の溶解性有機物質からの発電についても調べ、SS の結果と比較した。

#### 実験方法

廃水をポンプで装置内に循環させるシステムを用いて、2 台のエアカソード一槽型 MFC を運転した。良好な発電を行っている MFC リアクターのアノード微生物を植種し、人工廃水（pH6.8、基質：酢酸ナトリウム）による馴致運転(Phase0)を行った。

馴致運転における発電が安定した後に、片方のリアクターに SS を投与する試験を行った。下水は岐阜市内の下水処理場から採取し、遠心分離(3000rpm、10 分×2 回)した後、上澄みから SS を分離して回収した。まず、SS 添加前に、リアクターへの酢酸ナトリウムの流入を停止させ、バックグラウンドでの発電量を調べるための運転を行った (Phase SS-1)。次に、SS を人工廃水に添加し (SS 混合人工廃水)、これによって微生物燃料電池の発電量がどう変わるかを調べた (Phase SS-2)。それから、廃水を新しいものに入れ替え、酢酸ナトリウムの流入も再開させて運転を行った (Phase SS-3)。最後に、アノードをリアクターから取り出し、付着した SS を除去するためにリン酸バッファーで洗浄した後、再びリアクターに戻して人工廃水での運転を再開した。

一方、SS を投与しなかった方のリアクターには、SS を回収した下水上澄みを保有粒子径  $1\mu\text{m}$  のガラス繊維ろ紙でろ過したろ液を与えて運転を行い (Phase F-1)、発電量を調べた。

#### 結果

図 1 に Phase SS-2 および Phase F-1 での微生物燃料電池の電流量を示す。Phase SS-2 では SS の投与を 2 回行ったが、それぞれ SS を添加した直後に、電流が増加し、徐々に減少した。また、2 回目に SS を添加したときは、約 3 日後に電流が再び増加し 1 日程度維持したが、その後は徐々に減少した。SS には、添加直後に利用可能な比較的分解されやすい成分と、分解して利用されるまでに～数日の時間がかかる成分が含まれているものと考えられる。

一方、Phase F-1 でも、ろ過下水流入直後に電流が増加した後、徐々に減少したが、約 1 日半後に増加に転じ、4

日目～5 日目には流入直後と同程度の電流がみられた。これより、SS と同様に、下水ろ液中にも、流入直後に利用可能な比較的分解されやすい成分と、分解して利用されるまでに少し時間がかかる成分があると考えられる。

また、下水の SS および下水ろ液からの発電量を比較すると、SS 混合人工廃水からの発電量は、ろ過下水からの発電量の 1/4～1/2 程度であった。一方で、ろ過下水に比べて 5 倍以上の COD<sub>Cr</sub> 濃度であったことから、SS 態有機物の発電の基質としての寄与は、溶解性の有機物に比べて小さいと考えられる。

さらに、SS による発電の阻害の可能性を検討するために、Phase SS-0、Phase SS-3、Phase SS-4 の比較を行った。Phase SS-0 (SS 投入前) と Phase SS-3 (SS 投入後) は、同じ条件での運転であったにもかかわらず、Phase SS-3 の発電量は Phase SS-0 の 1/2～2/3 程度であった。このことから、Phase SS-2 で投入された SS がアノードに付着して残ったことにより、Phase SS-3 で発電を阻害した可能性があると考えられた。しかしながら、アノード洗浄後 (Phase SS-4) でも発電は回復しなかった。このことから、本研究において添加した程度の SS (1000mg/L 程度) では、発電への阻害はほとんどなかったと考えられる。

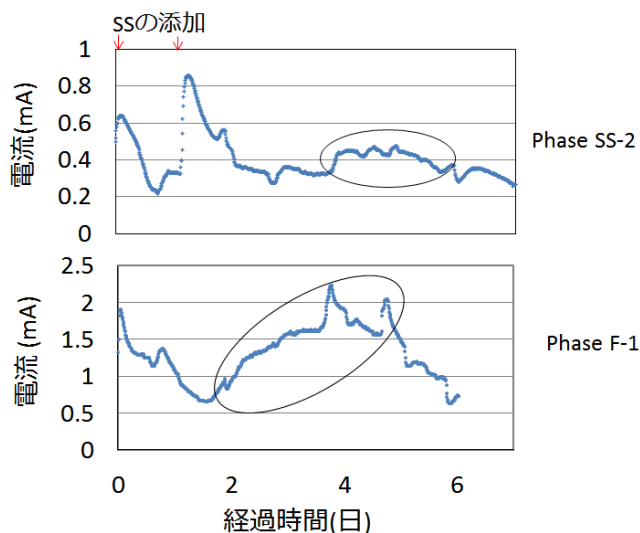


図 1 SS を投入したときの発電状況 (上:Phase SS-2) および下水ろ液で運転したときの発電状況 (上:Phase F-1)

## 2. 微生物燃料電池の白金代替触媒としてのペロブスカイト型酸化物の可能性

### 背景と目的

微生物燃料電池の実用化における最大の課題の一つは、カソード (正極) の触媒として多く使われている白金のコストおよび資源埋蔵量の少なさであり、埋蔵量が豊富で安価な材料からなる代替触媒が求められている。そこで本研究では、ペロブスカイト型酸化物に着目し、ペロブスカイト型酸化物の 1 種である LaSr<sub>3</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10</sub> について、微生物燃料電池の運転条件における酸素還元反応の活性の評価を行った。さらに、触媒インクのカーボンブラック混合比や触媒塗布量など、カソード作成条件を変化させて評価を行い、活性の向上を試みた。

### 実験方法

LaSr<sub>3</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10</sub> は、渡辺ら<sup>1)</sup>の調整手順を参考に作成した。LaSr<sub>3</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10</sub> 粉末にカーボンブラック粉末を混合した混合粉末に、5 % Nafion 分散液、イソプロパノールを混合して触媒インクを作成した。この触媒インクを、Cheng ら<sup>2)</sup>の方法に準拠して防水加工を施したカーボンペーパーに塗布することによって、エアカソードを作成した。また、比較のために、市販の白金触媒を用いた触媒インクを塗布したエアカソードも作成した。

カソードの酸素還元反応活性はポテンショスタットを用いてリニアスイープボルタンメトリー (LSV) で測定した。測定条件は以下の通りである。カソードを作用極、カーボンフェルトを対極、Ag/AgCl 電極を参照極とした。電解液として pH 6.8 の 100mM リン酸バッファーを用い、掃引速度 1 mV/s で自然電位 ~ -200 mV vs. Ag/AgCl の範囲で掃引した。

### 結果

触媒混合粉末 (LaSr<sub>3</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>10</sub> + カーボンブラック) に占めるカーボンブラックの割合を変化させて作成したカソードの LSV 結果を図 2 に示す。正の電流は酸化電流、負の電流は還元電流を意味するため、同じ電位における電流密度が小さいほど酸素還元反応活性が高いことを意味する。カソードの酸素還元活性は高いほうから順に、カーボンブラック 10% > 20% > 30% ≒ 40% > 50% ≧ 0% であった。このことから、触媒混合粉末に占めるカーボンブラックの割合は、10% 付近に適切な値があることがわかった。

次に、カーボンブラック割合を 10%とし、触媒インクの塗布量を変化させて作成したカソードの LSV 結果を図 2 に示す。触媒塗布量( $\text{LaSr}_3\text{Fe}_3\text{O}_{10}$ として)を  $2\text{mg}/\text{cm}^2$  から  $4\text{mg}/\text{cm}^2$ 、 $8\text{mg}/\text{cm}^2$  と増加させることによって酸素還元活性が向上した。そして、最も高い性能を示した塗布量  $8\text{mg}/\text{cm}^2$  のカソードは、電位  $30\text{ mV vs. Ag/AgCl}$  以上の領域では、市販の白金触媒を用いたカソードよりも高い性能を示した。

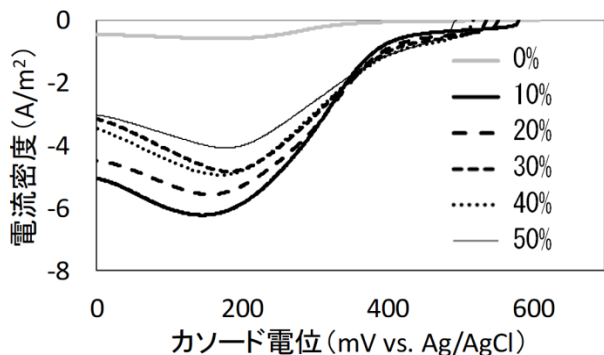


図 2 カーボンブラックの割合を変化させて作成したカソードの酸素還元活性の変化

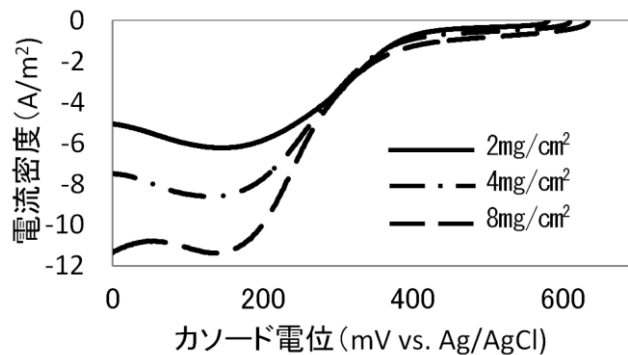


図 3 触媒塗布量を変化させて作成したカソードの酸素還元活性の変化

- 1) H. Watanabe et al., ECS Trans. , 28.8, 147-151, (2010).
- 2) S. Cheng et al. , Electrochem. Commun. , 8(3) , 489-494, (2006).

**研究テーマ： 航空レーザ・空中写真からの高さ情報を用いた森林資源の解析****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）・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。現在、人工林の多くが伐採時期を迎えていることから、伐採による木材の収穫が進むとともに、過度な伐採による災害の発生が危惧されるようになってきた。このため森林を適切に管理することが必要だが、森林の樹種分布と材積分布の情報は適切な森林管理には欠かせない。これらの情報は小班の属性情報として地上で調査されて森林簿に記録されているが、適切に更新されなかったり、小班内での分布が明示されないなど、森林の経営計画策定などの管理業務には支障となることがある。

リモートセンシング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技術である。材積は樹冠高を測定して樹冠高に基づいて推定され、航空レーザ（LiDAR）測量で得られたデータが有効であることが知られている。しかしながら、LiDAR 計測のコストが嵩むことから LiDAR を利用して森林資源をモニタリングすることは、収益を得にくい現在の林業の状況では難しい。このため、地盤面の標高データ（Digital Terrain Model, DTM）を LiDAR データで整備して、森林の成長を空中写真でモニタリングすることが提唱されている。今年度はスギとヒノキを対象にした林分材積の推定において LiDAR データ用の推定モデルの地域的な普遍性と、空中写真から作成した樹冠高データへの適用性について検討した。

**1. 航空レーザ計測と空中写真撮影について**

LiDAR による森林解析の研究は 1980 年代に始まり、日本では 1990 年代後半から徐々に広まってきた。2000 年頃からは広域の地形図作成に利用されはじめ、森林解析へのニーズが高まってきた。岐阜県は 2003～2004 年に全県について 1 平方メートルあたり 1 点弱のビームの密度で LiDAR 計測を実施し、精密地盤高データを作成した。残念ながらこの時のビームの密度が低かったために、樹木の樹冠に遮られて十分な数のレーザ光線が地上に届かなかった箇所があり、地盤高の精度が不十分な箇所が見られた。

国土交通省の国土地理院や砂防事務所が作成した DTM でも精度が問題視されていたようで、LiDAR の計測密度を向上させることが意図された。その結果、LiDAR による再計測が行われる地域が広がってきた。また、DTM や森林情報を整備するため佐賀県や長野県でも全県を対象に LiDAR 計測が行われた。岐阜県では DTM の精度向上を目指して、2014 年以降から民有林地域を対象にして 1 平方メートルあたり 4 点以上のビーム密度で LiDAR の再計測を実施している。

一方、空中写真についてはフィルム式のアナログカメラの製造が終了し、現在はデジタルカメラの高度化が進んでいる。航空機の位置座標と傾きを正確に記録できることと連続写真を解析して 3 次元情報を得る SfM と呼ばれる技術が発達したことで、デジタル空中写真から樹冠面の標高を正確に推定できるようになってきた。しかし、昔は同じエリアを 5 年に 1 回撮影することが定められていたが、現在は森林地域での撮影は減っており、民有林を対象とした撮影を実施しているのは 10 県に満たないと言われている。岐阜県は現在でも民有林地域の空中写真撮影を実施して森林の空間情報を提供し続けている。

**2. 木材生産林の高精度解析**

岐阜県では、森林の「少子高齢化」が進むなか、100 年先を見据え、森林を「木材生産林」、「環境保全林」等に区分し、その適切な配置について検討しており、「木材生産林」としての適否を判断するためには、森林資源量をでき

るだけ正確に把握する必要がある。このため、レーザ測量や空中写真を用いたリモートセンシングにより、広範囲の森林資源を効果的に把握することを研究目的とする。正確な資源分布の情報に基づけば、適切な林分配置の検討が可能となり、さらに、林業経営や持続可能な木材生産を行っていくことが可能になると期待される。

## 2. 1 対象地とデータ

岐阜県中津川市加子母の  $35^{\circ} 43' 21.39'' \text{ N}$ ,  $137^{\circ} 19' 56.12'' \text{ E}$  と  $35^{\circ} 41' 19.44'' \text{ N}$ ,  $137^{\circ} 23' 15.22'' \text{ E}$  の 2 点で囲まれる範囲を対象とした（図 1）。非森林域を含めた解析対象地の面積は約  $25.3 \text{ km}^2$  で、標高は海拔  $460 \text{ m}$  から  $1130 \text{ m}$  に及ぶ。対象地の傾斜のヒストグラムを確認すると  $37$  度付近に最頻値が現れる急峻な地形で、森林の多くはヒノキ林またはスギ林である。

加子母の対象地について森林調査データ（スギ・ヒノキ各 5 プロット）、空中写真および航空測量データ（LiDAR データ）を解析に利用した（岐阜県林政部提供）。また、森林分布の状況を表す資料として RapidEye 衛星による森林タイプ図（項目：スギ、ヒノキ、落葉広葉樹、非森林）を利用した（岐阜県林政部提供）。LiDAR データは 2014 年 11 月に航空レーザスキャナ ALS70-HP（Leica, USA）を利用して飛行高度約  $2,700 \text{ m}$  で観測したデータを利用した。岐阜県から DTM、表面高（Digital Surface Model, DSM）と樹冠高（Digital Canopy Height Model, DCHM）が提供された。空中写真は 2015 年 5 月にデジタル航空カメラ DMC 01（Intergraph, USA）を利用して対地高度約  $3,600 \text{ m}$  で撮影したデジタル空中写真を利用した。岐阜県から空中写真のオルソ、DSM と DCHM が提供された。

この他、これまでの研究成果を活用して地域毎の材積推定の傾向を検討するため、高山市大八賀川の LiDAR データ（2011 年、岐阜大学）とプロットデータ、郡上市の LiDAR データ（2013 年、国土交通省越美砂防事務所観測）とプロットデータ（郡上市提供）を利用した。

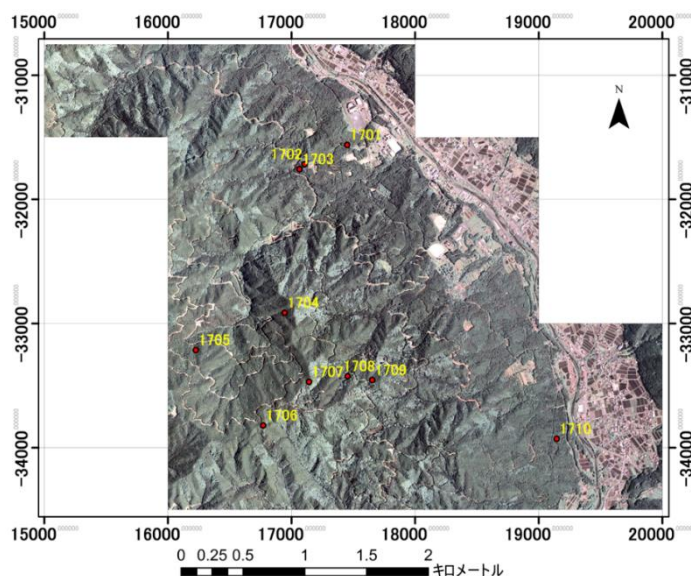


図 1 研究対象地（加子母）のオルソ空中写真  
赤丸は森林プロットの位置

## 2. 2 材積分布図の作成方法

材積推定には空中写真 DCHM を利用するが、筆者らは LiDAR DCHM を利用して材積を推定していたため、その成果を空中写真 DCHM に利用することを考えた。このため、空中写真 DCHM と LiDAR DCHM を比較して空中写真 DCHM の特徴を把握し、その結果に基づいて材積の推定方法を選択した。また、これまではスギとヒノキを常緑針葉樹として一括して解析してきたが、郡上市の地上調査データを利用して、スギとヒノキの樹種別に材積推定モデルを作成し、樹種別の材積分布図を得ることとした。

LiDAR データでは点群の地表面高 (DSM) から、空中写真では 50cm メッシュの DSM から 1m メッシュの DSM を作成し、メッシュ DSM から地盤高 (DTM) を引いてメッシュ DCHM を作成した。この 1m のメッシュ DCHM から 10m メッシュを単位として様々な DCHM パラメータを算出した。空中写真 DCHM と LiDAR DCHM から得られる材積推定用のパラメータを比較して両者の特徴を把握することが必要であるため、DCHM パラメータ画像から 29 画素をサンプルとして抽出して回帰分析により両者の関係を検証した。その結果、空中写真 DCHM と LiDAR DCHM とでは平均樹冠高に類別されるパラメータの相関が高いことが判明したため、郡上市の 2/3 のプロットデータと LiDAR の樹冠高パラメータを利用して、スギとヒノキのそれぞれについて DCHM パラメータを選択しながら林分材積 (m<sup>3</sup>/ha) の推定モデルを調整した。検証用プロット (郡上市のプロットの 1/3、高山市と加子母のプロット) を用いて推定結果を検証しつつ材積推定モデルを選択した。

LiDAR-DCHM と空中写真 DCHM に対して得られたスギとヒノキのモデルを適用して材積分布図を作成した。空中写真 DCHM の場合はパラメータ (樹冠高) を LiDAR-DCHM 相当の高さに変換してから材積推定モデルを適用して材積分布図を作成し、2つの材積分布図の違いを確認した。

### 2. 3 材積分布図の作成結果

29 画素のサンプルにより DCHM パラメータを比較した結果では平均樹冠高のパラメータで相関係数が 0.98 を越えた。全画素の平均樹冠高について散布図を描いたところ回帰式の切片は原点を通らず、空中写真 DCHM は LiDAR DCHM よりレンジが狭いものの、平均樹冠高の相関が高いことを確認できた。

$$\text{LiDAR DCHM} = 2.3725 + 0.9537 \times \text{空中写真 DCHM} \quad (1)$$

ここで LiDAR DCHM と空中写真 DCHM はサンプル画素についての各 DCHM の平均樹冠高である。

両者の相関が高かったことから (1) 式を用いて空中写真 DCHM のパラメータから LiDAR DCHM の値を推定して、推定値に LiDAR 用の材積推定モデルを適用して材積を推定した。

スギ林のプロットデータから幾つかの樹冠高パラメータを利用してスギ林の材積推定モデルを作成したが、加子母のサンプルでは以下のモデルで平均平方二乗誤差が最小になった。

$$V = 25.3 + 40.2 \times \text{ALL\_avr} \quad (2)$$

ここで、V は林分材積 (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)、ALL\_avr はメッシュ DCHM の全画素の平均高 (m) である。なお、推定材積の検証図からは (2) 式は加子母の材積を約 4% に過大に推定した。

ヒノキ林の場合は郡上のプロットデータを組み合わせて作成したいずれのモデルでも、加子母の林分材積は過小推定になったが (3) 式がもっとも良好だった。

$$V = -19.4 + 30.5 \times \text{ALL\_avr} \quad (3)$$

加子母と高山は対極の関係にあり、加子母の材積が過小推定されるのを軽減させると、高山の推定値が過大になった。

加子母で推定結果の傾向が郡上や高山と違ったが、その理由として施業の履歴が異なるため林相や樹冠形に差があることが考えられた。LiDAR DCHM に原因があることも考えられるが、その場合はスギとヒノキで誤差の傾向は同じになると予想されるが、加子母の場合、材積はスギ林では過大、ヒノキ林では過小に推定された。加子母の 5 つのスギ林のうち 4 林分は疎に仕立てられていたのに対して、高山のスギ林は間伐遅れが目立つ過密な林分が多かった。郡上のスギ用のモデルは高山の林分の材積を良好に推定できたことから、郡上のモデルは過密林分に適合していると考えられ、間伐の進んでいる加子母のスギには適していないようである。スギは高齢林が多かったことから各地域の中でも林相の差が大きく、ヒノキに比べて材積の推定誤差が大きくなったと考えられた。一方、ヒノキはスギに比べて若い林分が多かったように思われる。このため、林相の差は小さく各地域の林分に対しての推定誤差は小さかったと考えられる。

森林タイプ図でのスギとヒノキの分布に従ってスギ林では (2) 式をヒノキ林では (3) 式を用いて材積分布図を

作成した。LiDAR DCHM（図 2）と空中写真 DCHM（図 3）による二つの材積分布図に大きな違いはなく、研究対象地では北東部では高蓄積で、南西では低蓄積であることが示された。このように、空中写真 DSM から材積の分布を推定することは十分可能と考えられた。

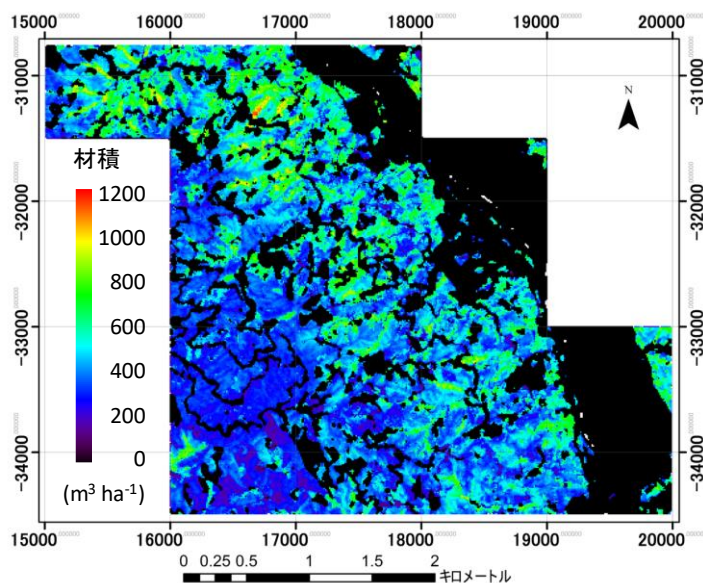


図 3 研究対象地の材積分布図（LiDAR DCHM と樹冠高モデルによる）

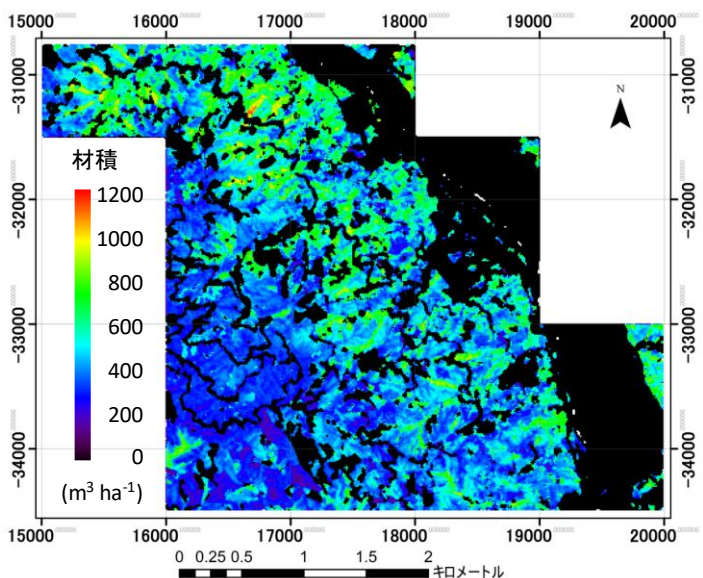


図 3 研究対象地の材積分布図（空中写真 DCHM と樹冠高モデルによる）

岐阜県林政部は民有林を対象に空中写真を 5 年に 1 回撮影している。LiDAR データを新規に取得する事は経費が嵩むため容易ではないが、空中写真から得られる高さ情報で材積の分布を把握できれば、森林管理に有益な情報を低コストで提供することに繋がるだろう。本研究の成果が活用されることを期待する。

本研究は岐阜県林政部からの受託研究「木材生産林の高精度解析業務」で実施した。また、郡上市からの受託研究「リモートセンシングによる森林情報の広域推定」で得たプロットデータを本研究で利用した。研究の実施に協力していただいた方々にお礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 栗屋善雄, 日置欽昭, 川口晋平 (2018) 航空レーザデータによる材積推定式の互換性：岐阜県郡上市と高山市の事例. 第 129 回日本森林学会大会学術講演集, 129:214..



## 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 人間活動情報研究分野 准教授

氏 名：児島 利治

共同研究者：原田 守啓・玉川 一郎・丸谷 靖幸・Edwina Zainal（流域圏科学研究センター）・大橋 慶介・篠田 成郎（工学部）・太田 貴大（長崎大学）・竹島 喜芳（中部大学）・橋本 啓史（名城大学）・中村 晋一郎（名古屋大学）

研究協力者：Weilisi・Chantsal Narantseteg・Aratan Nabuqi・岡村 友貴・坂口 絢香（大学院学生）・園部 太希・小川 晃平（学部学生）

平成 29 年度の研究活動は大きく分けると以下の 3 部分からなる。

## 1. 20km メッシュ d4PDF 確率降水量のバイアス補正値の提案

気候変動による将来の豪雨災害を考慮した適応策の立案には、気候変動後の豪雨パターンの推定が必要である。気候モデルによって作成された気候変動後の降雨データは、長期積算降雨の再現精度は高いが、短時間降雨は過小評価される傾向があることが報告されている。本研究では将来の斜面崩壊危険度の評価に資する豪雨データを作成することを目的とし、積算時間ごとの d4PDF 現在気候データと地上雨量計による実観測データより得られた確率水文量を比較した。図 1 は d4PDF 現在気候のメッシュ区画と対応する気象庁観測点の 1 時間降雨データより、10 年、50 年、100 年確率年最大降水量を算出し、プロットしたものである。図 1 に示すように d4PDF と地上雨量計の確率水文量のバイアスは積算時間によって異なり、積算時間が短い場合は d4PDF が過小評価、積算時間が長い場合は過大評価される傾向があり、積算時間 12 時間ではほぼ対角線上にプロットされることが分かった。d4PDF と地上雨量計の  $t$  時間積算降雨量の  $T$  年確率水文量を  $Dt'_T$ 、 $Gt'_T$  とすると、1 時間積算降雨量の場合は  $G1'_T = 1.74 D1'_T$ 、168 時間積算降雨量の場合は、 $G168'_T = 0.74 D168'_T$  というバイアス補正値が得られた。今後は得られたバイアス補正値を用いて、 $4^\circ\text{C}$  上昇の将来気候、 $2^\circ\text{C}$  上昇の将来気候における  $T$  年確率豪雨ハイトグラフを作成し、土砂災害モデルへ適用し、気候変動後の土砂災害危険度の変化について検討する。

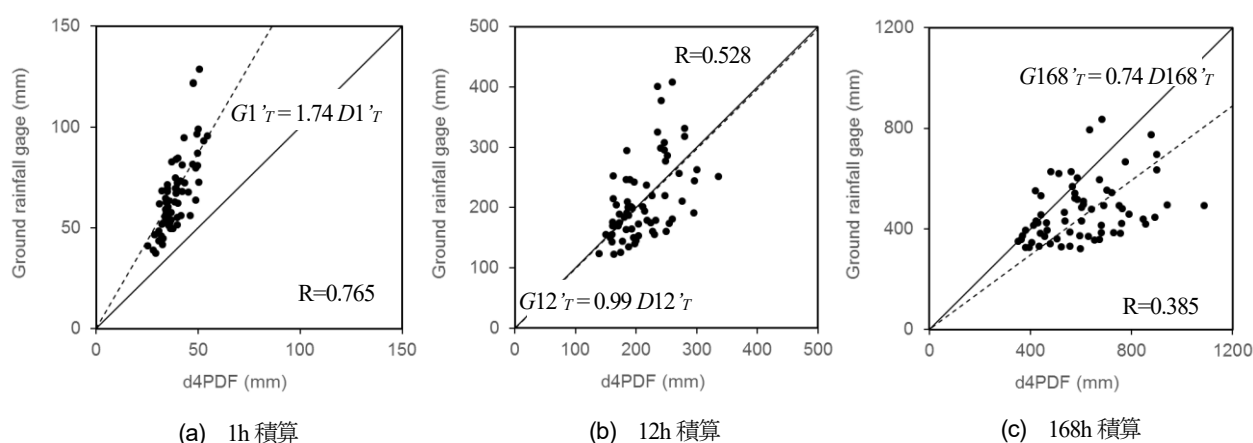


図 1 d4PDF と地上雨量データの積算時間ごとの確率降雨量の比較

## 2. 氾濫解析モデルと旧版地形図を用いた明治期と平成期の水害リスク評価

都市域の成長は水害リスクの変化と密接に関わっているのではないかと考えられる。過去から現在にかけての水害リスクの変化を、旧版地形図から作成した地形情報と氾濫モデルを用いて比較・評価した。明治 26 年測量の二

万分の旧版地形図と平成 9～12 年修正測量の二万五千分の 1 地形図より、等高線、堤防、河川位置、基準点、比高などの情報を読み取り、氾濫シミュレーション用の地形データを作成した。氾濫モデルは iRIC Nays 2D Flood を利用した。計算格子は 10×10m、計算タイムステップは 0.5s である。iRIC Nays 2D Flood の特性として、河道も氾濫域と同様の 10×10m 格子で表されるので実際の河道より流下能力は非常に低く、計画高水流量をそのまま通水させると大規模な洪水氾濫が発生する。そのため、氾濫シミュレーション用に、計画高水流量を基準としてピーク流量 1/2, 1/4, 1/6, 1/10 のハイドログラフを作成した。図 2 にピーク流量 1/6 の場合の最大浸水深を示す。明治期では広範囲に浸水しているが、平成期における浸水域は限定的であり、平成期の水害リスクが低くなっていることが分かる。図 3 にピーク流量の規模ごとの浸水面積の変化（つまり水害リスクの変化）を示す。領域全体では平成期の方がどの洪水規模においても明治期を下回っており、平成期の水害リスクはどの洪水規模においても軽減されていることが分かる。一方、地形図から読み取った市街地・住宅地のみ浸水面積の変化では、1/6 の規模までは平成期、明治期とおおきな変化が無いが、1/10 では平成期の水害リスクが大きく軽減されている。これは、明治から平成にかけて、大規模～中規模の洪水時の浸水面積は減少したものの、かつて洪水リスクが高い地域が都市化・住宅地化したため、都市域の住民に対する水害リスクはあまり変化していないと考えられる。ただし、1/10 規模の洪水に対しては、市街地・住宅地だけでも浸水面積は減少しており、リターンペリオドが数年の小規模の洪水に対しては、平成期の洪水リスクは劇的に改善されていると考えられる。

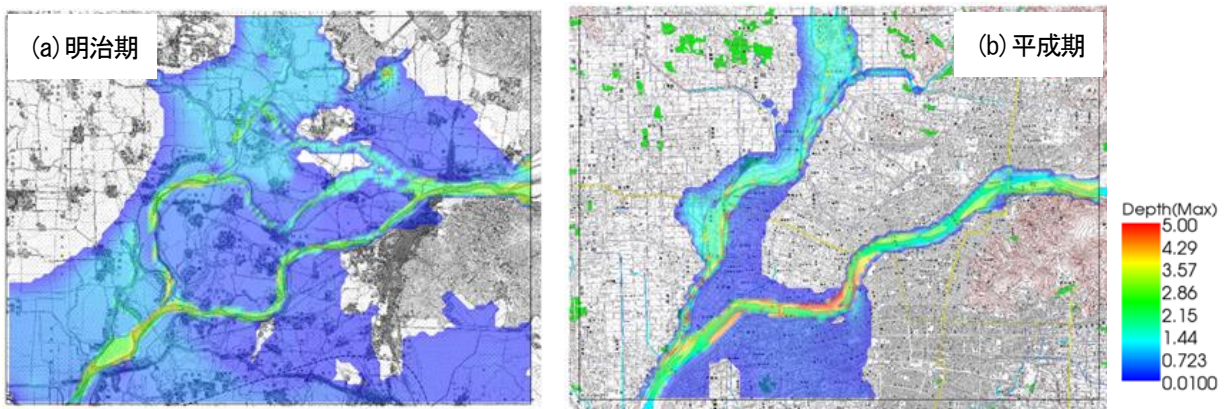


図 2 ピーク流量 1/6 の氾濫計算結果（最大浸水深）

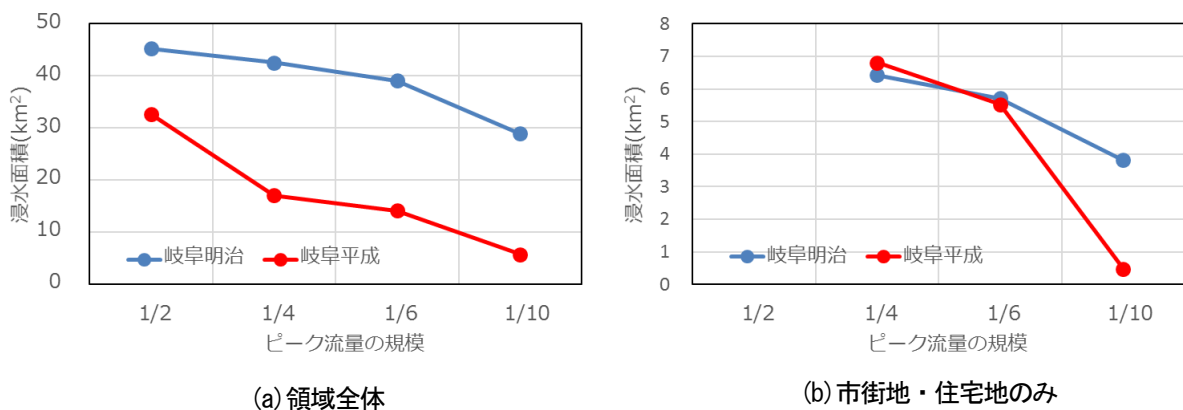


図 3 洪水の規模による浸水面積の変化

### 3. 流域圏シミュレーターの開発と評価・適用

流域圏への人為的・自然的インパクトに対する様々な反応をシミュレーションする流域圏シミュレーターを開発し、流域圏の諸問題解決に資する。本年度は以下の流域に対する適用・評価及びモデル開発を実施した。

(1) 瑞梅寺流域への適用

福岡県のスギ・ヒノキ林分収穫表より、林齢と立木密度による樹高、DBH の生長モデルを作成し、2006 年からの 24 年間に対象にシミュレーションを行った。気象データは、2006~2009 年の 4 年分を繰り返し入力した。立木密度、DBH、林齢の初期値は、森林簿データと Lidar より得た立木密度データの存在する瑞梅寺ダム流域については、それぞれの林班毎の林齢、樹高、樹種、立木密度の情報を用いて初期値とした。それ以外の森林域については全てスギとし、データの存在する領域の平均値を初期値とした。初期の立木密度から 24 年間変化無しで計算するケース (Case1)、間伐が実施されたとして初期の立木密度を 3 割減して 24 年間変化無しとしたケース (Case2)、Case1、Case2 に対して、上流域の一部が皆伐されたとするケース (Case3, Case4)、瑞梅寺ダムより上流域全てが皆伐されたとするケース (Case5, Case6) に対して計算を行った。図 4 に各ケースにおける土地被覆と皆伐領域を示す。図 5 に各ケースにおいて、気象データを繰り返し使用する 4 年間のうちで、最大の洪水ピーク流量を示すイベントと、最大の渇水年における渇水流量の変化を示す。洪水ピーク流量では、皆伐を行った Case3, 4 の方が皆伐を実施しなかった Case1, 2 より高いピーク流量を示した。3 割間伐を実施した Case2, 4 では、間伐を実施しなかった Case1, 3 よりそれぞれ高

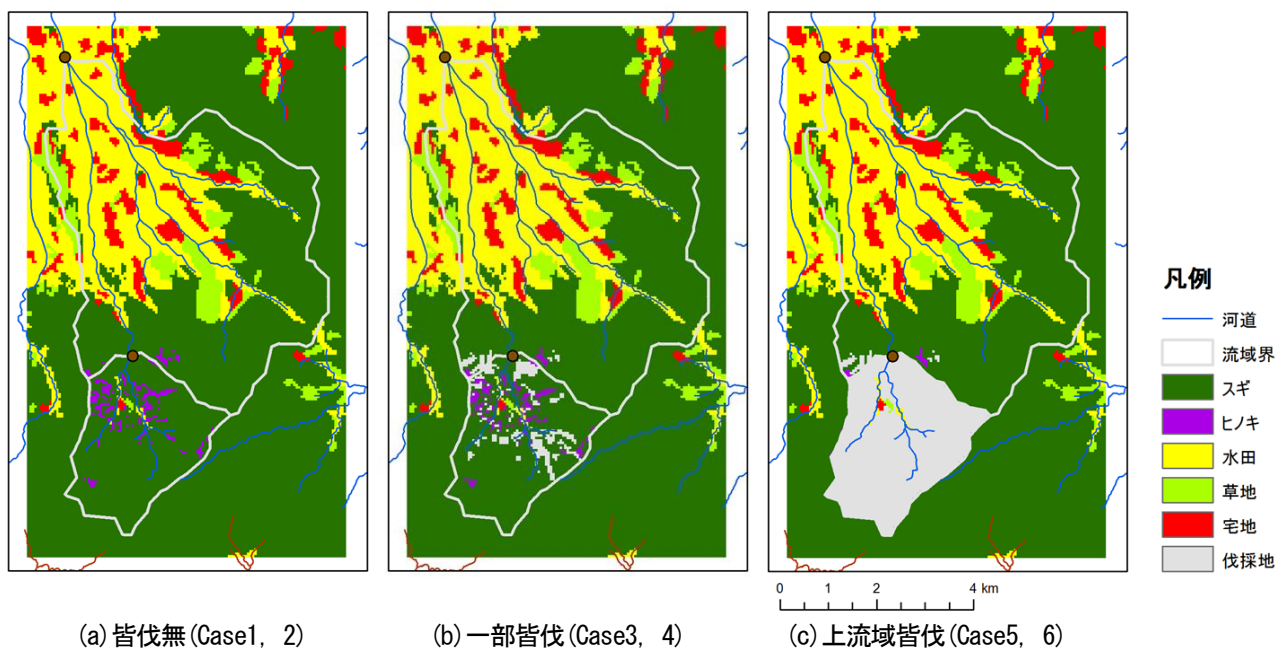


図 4 瑞梅寺川流域の計算 Case 別の土地被覆

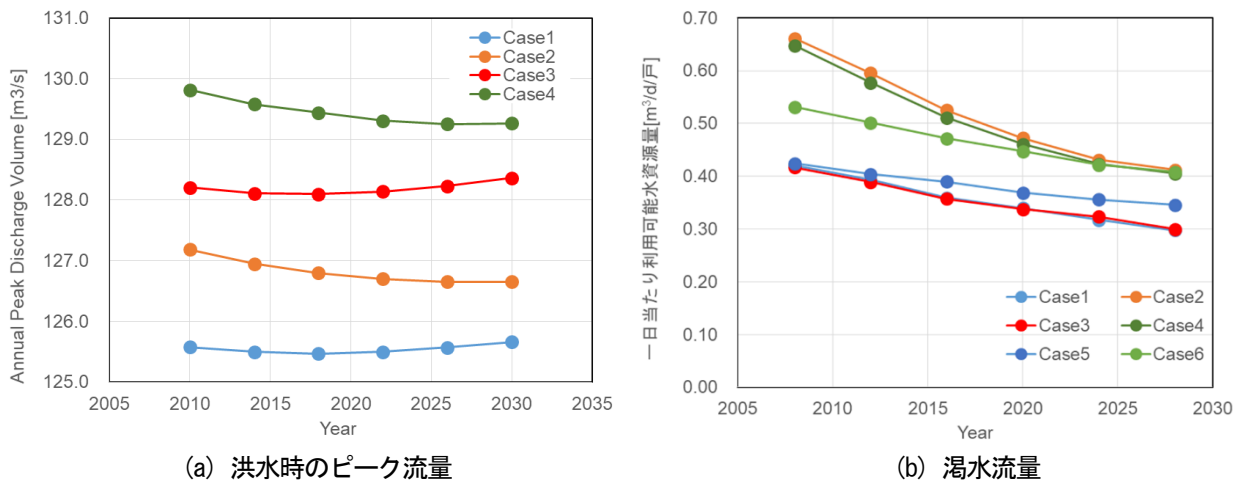


図 5 森林の生長に伴う洪水流量と渇水流量の経年変化

いピーク流量を示した。森林の生長に伴いピーク流量は徐々に減少する様子が分かる。一方 Case1,3 では 2018 年よりピーク流量が増加に転じている。3 割間伐を行っていない Case1,3 では計算開始より 15 年程度で森林の生長による樹冠のウッペイ率が深刻化する。それにより、樹冠遮断の増加による洪水ピークの減少より、林床植生の減少と地表面浸透能の減少による地表面流の増加の影響が大きくなり、洪水ピークが増加に転じたと考えられる。図 5(b) に示すように、渇水流量は森林の生長に伴う蒸発散量の増加によって年々減少していくという結果が得られた。もっとも LAI が多い Case1, Case3 が計算開始時に最も渇水流量が少ない。間伐により立木本数が少ない Case2, Case4 が計算開始時の渇水流量は多いが、間伐により樹木の生長は早いため、Case1, Case3 と Case2, Case4 の差は年々狭くなっていくことが分かる。

### (2) 中津川市ニッ森山ガマン沢流域での開発

中津川市ニッ森山ガマン沢流域 (3.2km<sup>2</sup>) において、地下水層モデルを考慮した流域圏シミュレーター開発のため、ガマン沢流域上流の森ヶ洞地点 (0.5km<sup>2</sup>) の量水ゼキ、地下水観測井に圧力式水位計を設置し、地下水位、河川流量の観測を実施した。図 6 に 2016 年 10 月から 2017 年 11 月までの観測結果を示す。1.2m<sup>3</sup>/s 程度の出水が新たに観測できた。とあまり大規模な出水はしていない。地下水面は観測井の地表から 8~9m 下方に位置し、最も大きな出水があった時 -6.7m と観測井地点では地表面まで上昇していない。今後は観測を継続し、流域圏シミュレーターの開発の Validation データとして利用する。

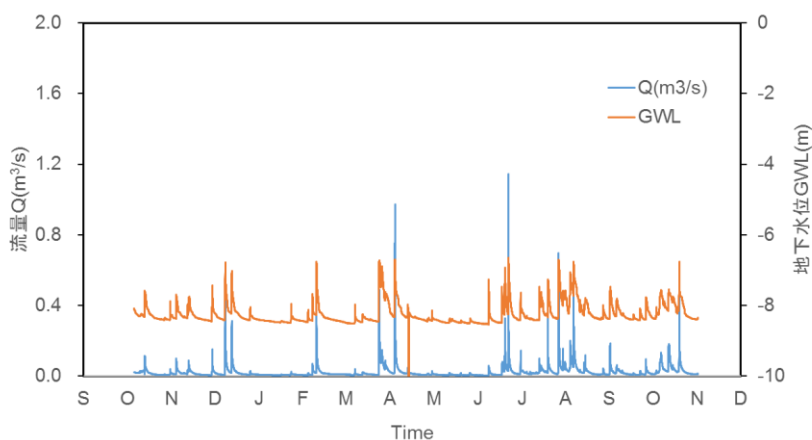


図 6 森ヶ洞地点の河川流量 (Q) と地下水位

### (3) 岐阜県モデルの改良

岐阜県下の各流域へ流域圏シミュレーターを適用するため、岐阜県林政部で公開されているスギ人工林、ヒノキ人工林、アカマツ人工林、カラマツ人工林、広葉樹林分収穫表に記載されている地位別生長曲線、収量密度効果の逆数式のパラメタをそのまま利用、もしくは記載されている調査データより再計算を行い、岐阜県版の森林生長モデルを開発した。図 7 にアカマツ人工林の地位別生長曲線を示す。今後は中津川市ガマン沢流域、長良川流域、揖斐川流域等に適用する予定である。

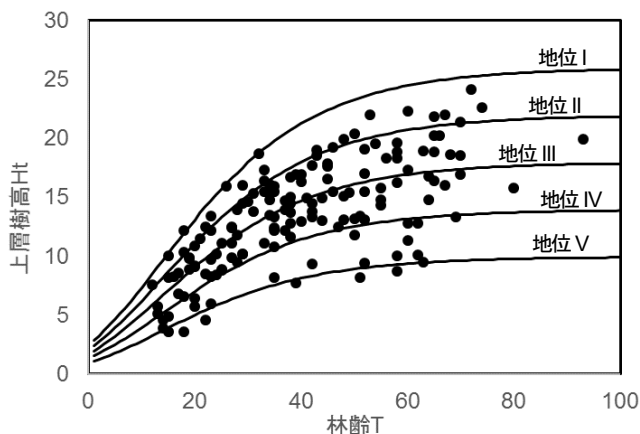


図 7 アカマツ人工林の地位別生長曲線

## 謝辞

本研究は、「文部科学省 気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT)」、「国土交通省 河川砂防技術開発研究公募 (地域課題)」、「岐阜大学流域圏科学研究センター共同利用・共同研究事業 (2017-F-006, 2017-F0-007)」の支援を受けて実施されました。

## 研究テーマ：地震動特性の分析・活用に関する検討

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：野倉 佑斗・中込 広大・堀田 翔紀 (学部学生)

平成 29 年度の研究活動を概説する。

1. 地震動の次元縮約と特徴分析に関する検討, 2. 複数回の地震外力に対する建物被害分析に関する検討  
本報では, 1.の検討事例について報告する。

## 1. はじめに

地震動特性の評価は地震工学における基本的な課題であり, 地震動ごとに異なる, 振幅特性・周期特性・経時特性の各特徴を的確に捉えることが重要である。本研究では, 正規化加速度累積パワー曲線(Husid plot)より算出した 99 次元の特徴ベクトル<sup>1)</sup>による加速度波形の包絡形状を算出し, 次元縮約した特徴ベクトルより得られる地震動特性について考察した。

## 2. 特徴ベクトルによる地震動包絡形状の算出

## 2.1 特徴ベクトルの定義

特徴ベクトルは, 水平 1 成分の地震動加速度波形  $A(t)$  の全パワーで正規化した Husid plot  $P_\alpha(\tau)$  より算出する。筆者ら<sup>1)</sup>は  $P_\alpha(\tau)$  を 1% 刻みで離散化した  $t_i = P_\alpha^{-1}(\tau)$  ( $i=1, \dots, 99$ ) を 99 次元特徴ベクトル  $\mathbf{t} = \{t_i\}$  とした。

## 2.2 カーネル密度推定による包絡形状の算出

要素数  $M$  (本研究では 99 次元) の特徴ベクトル  $\mathbf{t}$  が与えられたときの密度関数  $p(t)$  は次式より求められる。

$$p(t) = \frac{1}{Mh} \sum_{i=1}^M K\left(\frac{t-t_i}{h}\right) \quad K(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \quad (1), (2)$$

$$h = \frac{0.9\sigma}{M^{1/5}} \quad \sigma = \min\left\{s, \frac{Q_{75} - Q_{25}}{1.34}\right\} \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (t_i - \bar{t})^2}{M}} \quad (3), (4), (5)$$

$K(t)$  はカーネル関数で, 本研究ではガウス分布を採用する。また,  $h$  は平滑化パラメータ(バンド幅)であり, Silverman の方法<sup>2,3)</sup>では, 特徴ベクトル  $\mathbf{t}$  の標本標準偏差  $s$  と, 四分位範囲(第 3 四分位点  $Q_{75}$  と第 1 四分位点  $Q_{25}$  との差)を 1.34 で除した値(標準正規分布での標準偏差に相当)との小さい方の値を採用した  $\sigma$  および  $M$  に基づいて定められる。

## 2.3 混合正規分布モデルによる包絡形状の算出

平均  $\mu$ , 標準偏差  $\sigma$  の正規分布の確率密度関数を式(6)とすると,  $G$  個の正規分布を要素モデルとする混合正規分布の確率密度関数は式(7)で表される。

$$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad p(t; \theta) = \sum_{g=1}^G \pi_g \phi(t; \mu_g, \sigma_g) \quad (6), (7)$$

$\pi_g$  ( $g=1, \dots, G$ ) は要素モデル  $g$  の混合割合であり, 式(8) を満たす。  $\theta$  は全てのパラメータを表したものである。

$$\pi_g \geq 0, \quad \sum_{g=1}^G \pi_g = 1 \quad \theta = \{\pi_g, \mu_g, \sigma_g; g=1, \dots, G\} \quad (8), (9)$$

要素モデル数  $G$  は情報量規準を用いて決定する. AIC がある特定のパラメータにおけるあてはまりの良さを評価しているのに対して, BIC ではモデル全体での平均的なあてはまりの良さを評価していると捉えることができる<sup>2)</sup>ため, 本報では BIC を用いた. BIC は最尤推定で得られたモデルのパラメータを  $\hat{\theta}$  として, 次式より評価される. なお,  $k$  はモデルの自由度, すなわちパラメータ数であり, 式(8),(9)より  $k=3G-1$  となる.

$$\text{BIC}(\hat{\theta}) = -2 \sum_{i=1}^M \ln p(t_i; \hat{\theta}) + k \ln M \quad (10)$$

### 3. 2011 年東北地方太平洋沖地震への適用例

#### 3.1 特徴ベクトルに基づく包絡形状の比較

東北地方太平洋沖地震において, 防災科学技術研究所 K-NET<sup>4)</sup>で観測された 691 地点の加速度記録(EW 成分)に対して, カーネル密度推定と混合正規分布モデルを適用した. 図 1 に加速度波形を示す. 図示した波形は, (a)地震動が長く標準的な包絡形状を有した波形, (b)振幅が鋭く単峰形の波形, (c)複数の大振幅を持つ双峰形の波形である. 図 2 に包絡形状を示す. 灰線のカーネル密度推定は, 図 1 を概ね近似できていると言える. 赤線の混合正規分布モデルは最適要素モデル数で近似した結果であり, 単峰形の AKT008, CHB003 は要素モデル数 2, 双峰形の MYG004 は要素モデル数 3 であった. 赤線, 灰線の包絡形状を比較すると, AKT008, CHB003 はほぼ一致している. MYG004 はピークの鋭さがかなり強調された結果であるが, 傾向は近似できていると言える. なお, 加速度波形は 0.01 秒間隔で 300 秒間のデータを使用しているが, カーネル密度推定は 99 次元である. 混合正規分布モデルはさらに次元縮約した結果であり, パラメータ数は 5 次元(要素モデル数 2), 8 次元(要素モデル数 3)である.

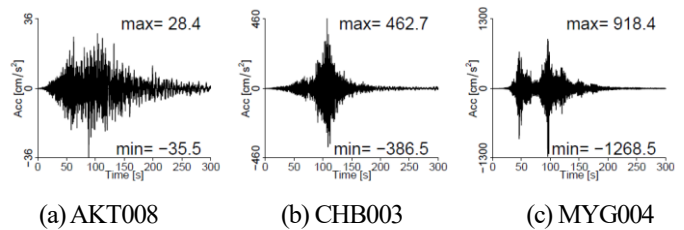


図 1 加速度波形の比較

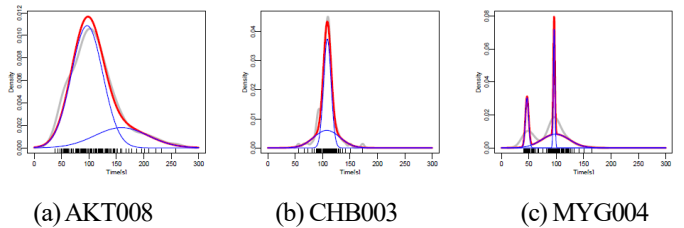


図 2 カーネル密度推定, 混合正規分布モデルによる包絡形状の比較(下黒線は特徴ベクトルの時間分布, 灰線はカーネル密度推定, 赤線は混合正規分布モデル, 青線は混合正規分布モデルの要素モデル)

#### 3.2 混合正規分布モデルにおける要素モデル数の空間分布

混合正規分布モデルによる最適要素モデル数分布を図 3 に示す. 図中の赤丸は野津による疑似点震源モデルのサブイベント地点であり<sup>5)</sup>, 図 4 で後述する. 図 3 より, 大半が要素モデル数 1~3 で近似できている. また, 要素モデル数に地域的な傾向を確認できる.

図 4 に, 東北地方から関東地方の太平洋に面した 6 県(青森, 岩手, 宮城, 福島, 茨城, 千葉)の観測波形を用いて作成したペーストアップ図を示す. 図中の縦軸は震源距離であり, 気象庁震源情報<sup>6)</sup>算出した. 図 4 では, 震源北方の観測点は正, 南方は負の値で示した. 図中の P 波, S 波走時は, 気象庁の JMA001 走時表<sup>7)</sup>より求めた. さらに, 波形の特徴と震源過程について考察するため, 野津の疑似源震源モデル<sup>5)</sup>より, 9 個のサブイベントの走時を示した. 疑似点震源モデルは震源モデルを単純化することを目的に提案されたモデルであり, アスペリティを点震源に相当するサブイベントと

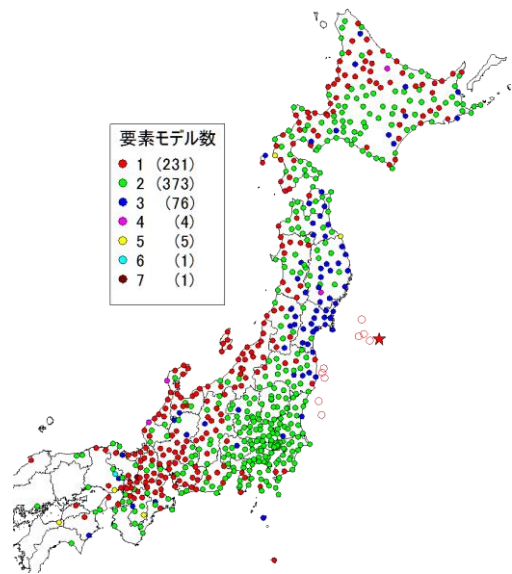


図 3 要素モデル数  $G$  の分布(赤星は震源位置, 赤丸は野津<sup>14)</sup>によるサブイベントの位置を示す)

して表す. なお, 図 4 は震源距離を基準に整理しているため, サブイベントの走時はばらついている. これは, 震源とサブイベントで観測地点までの距離が異なることを, 震源距離で統一表示したことによる.

図 4(a)を見ると, 震源北方では震源近傍の 4 個のサブイベントが 2 組の波群として到達し, その後残りの 5 個のサブイベントが順に到達している. この結果が岩手県・宮城県に見られる双峰形の波形の特徴として表れている. 震源南方では震源近傍の 2 個のサブイベントが到達後, 7 個のサブイベントが順に到達している. 2 個のサブイベントは震源に近い地点では振幅が大きい, 遠方では距離減衰により小さくなることを確認できる. 一方, 残り 7 個のイベントは, 震源に近い地点ではばらつきが見られるが, 震源距離約 300km 以遠では比較的集中しており, この結果, 茨城県・千葉県に見られる単峰形の鋭いピークが特徴的な波形として表れている. ところで, 図 4(a)では, 振幅の時間変動が複雑なため, フィルター処理などをしないと, 地震波の走時と最大振幅が表れる時刻の比較は少々難しい. 図 4(b)に示す, 混合正規分布モデルにより数次元程度に縮約した包絡形状では, 波形によってはピークを強調しているが, 走時や震源過程を考察可能であると言える.

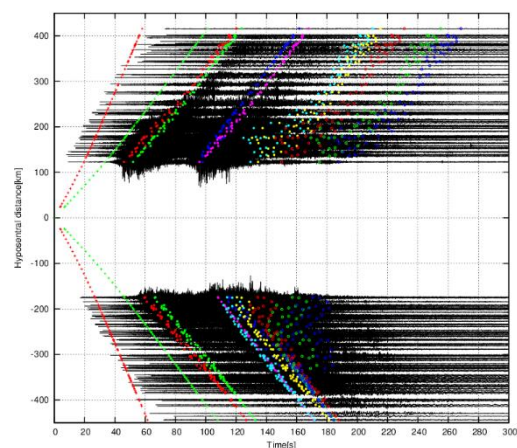
#### 4. 非定常パワースペクトルへの適用と考察

本報の特徴ベクトルに基づく地震動包絡形状は, 振幅の時間変動を近似できている一方で, 周期特性に関する情報は失われている. そこで非定常パワースペクトル<sup>8)</sup>に適用し, 時間・周期的な視点で考察した. 非定常パワースペクトル  $G(t, \omega)$  に対して, 著者ら<sup>1)</sup>の手法と同様に非定常パワースペクトルを正規化した  $P_e(t, \omega)$  に対して, 1%刻みで離散化した  $t_{oi}$  ( $i=1, \dots, 99$ ) を周期別特徴ベクトル  $\mathbf{t}_e = \{t_{oi}\}$  と定義した. 図 5 に非定常パワースペクトル, 図 6 に周期別特徴ベクトルの時間分布, 図 7, 図 8 にそれぞれカーネル密度推定, 混合正規分布モデルによる包絡形状を示す. 混合正規分布モデルは, 要素モデル数  $G=3$  に固定して考察した. 図 5, 図 6 を比較すると, 図 5 で振幅が大きな時刻, すなわちパワーが急激に増加する時刻付近に  $t_{oi}$  が集中している. 図 5~8 より, CHB003 を比較すると, 継続時間が短い短周期成分は特徴ベクトルの範囲は狭く, 表面波などの後続波の影響が確認できる長周期成分では特徴ベクトルが広く分布していることがわかる. また, 双峰形のピークを有した MYG004 では, 2カ所のピークに対応した  $t_{oi}$  の集中が確認できる. 包絡形状を見ても, 図 6, 図 7 に見られた振幅の大きな時刻に対応した波形形状が表れており, 周期別特徴ベクトルから算出した包絡形状が妥当な結果を得ていると言える.

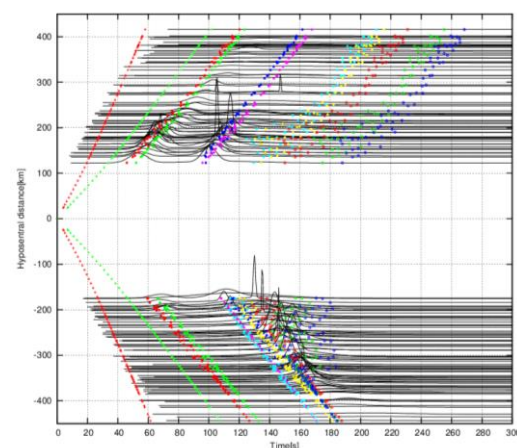
#### 5. おわりに

本報では, 著者ら<sup>1)</sup>の特徴ベクトルを基に地震動の包絡形状の算出を行い, 次元縮約した地震動包絡形状より得られる地震動特性について考察した結果について示した. 得られた成果を以下に示す.

- 1) Husid plot に基づいて定義された経時特性の 99 次元特徴ベクトルを用いて, カーネル密度推定, 混合正規分布モデルで包絡形状を算出する手法を提案した.
- 2) 2011 年東北地方太平洋沖地震の観測波形に適用した結果, カーネル密度推定では 99 次元, 混合正規分布モ



(a) 加速度波形



(b) 混合正規分布モデルによる包絡形状

図 4 包絡形状を用いたペーストアップの比較 (赤, 緑の十字線はそれぞれ P 波, S 波走時, 丸は野津<sup>5)</sup>によるサブイベントの走時を示す.

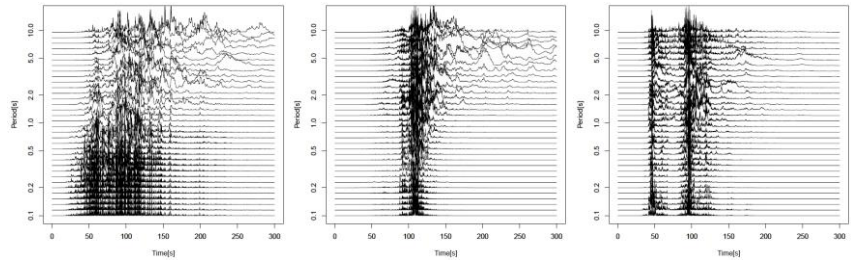
デルでは 2, 5, 8 次元(それぞれ要素モデル数  $G=1, 2, 3$ )に縮約表現できることを確認した。

- 観測波形の走時と、野津<sup>9)</sup>によるサブイベントからの走時を求め、混合正規分布モデルの要素パラメータと比較した結果、要素モデルから震源過程を考察できる可能性が示唆された。

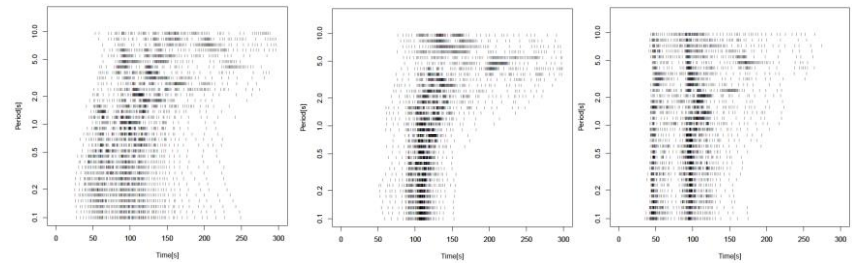
- 非定常パワースペクトルに適用した結果、加速度波形と同様の次元縮約が可能であることを確認した。

本報では地震動経時特性の包絡形状を複数の正規分布の重ね合わせでモデル化したが、地震動の波形形状の多くは、最大振幅以後の時間変動が緩やかな傾向である。よりの確に近似するには、対数正規分布のような裾野の長い分布形状の重ね合わせで表現することも検討が必要と思われる。

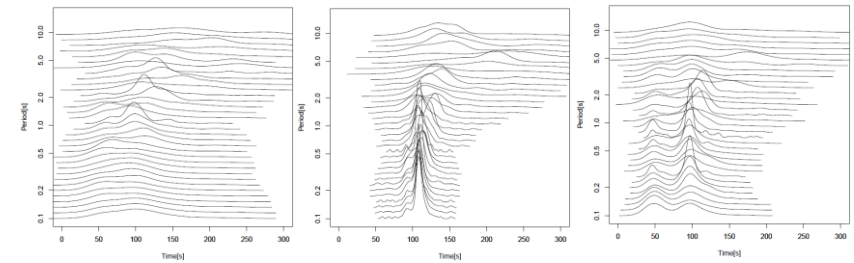
以上のように、加速度波形や非定常パワースペクトルに基づいて算出した特徴ベクトルは、元の波形記録に対して失われる情報もあるが、種々の地震動特性を維持したまま次元縮約が可能であることが確認できた。今後は、他の既往地震に適用し、震源過程、地震動特性について考察を進めると共に、既存の地震動パラメータと比較することで、手法の有効性を考察したい。



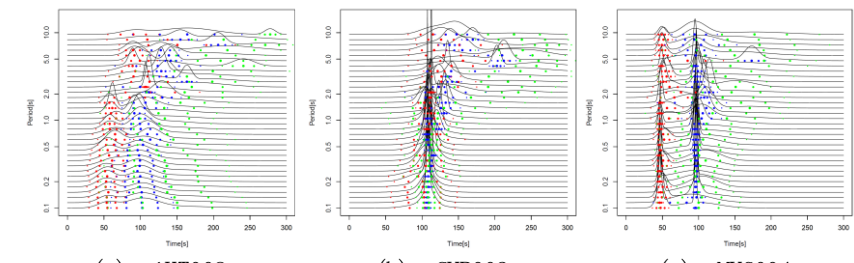
(a) AKT008 (b) CHB003 (c) MYG004  
図 5 非定常パワースペクトルの比較(周期別の最大値で正規化表示)



(a) AKT008 (b) CHB003 (c) MYG004  
図 6 周期別特徴ベクトル  $t_c$  の比較



(a) AKT008 (b) CHB003 (c) MYG004  
図 7 カーネル密度推定結果の比較



(a) AKT008 (b) CHB003 (c) MYG004  
図 8 混合正規分布モデルの比較( $G=3$ ), 赤, 青, 緑は順に要素モデル番号(1, 2, 3), 丸は大きな順に  $\mu_g$ ,  $\mu_g \pm \sigma_g$ ,  $\mu_g \pm 2\sigma_g$  を示す)

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

- 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 AIS, Vol.74, No.4, pp.I\_755-I\_764. 2018.
  - 金森敬文，竹之内高志，村田昇：パターン認識，R で学ぶデータサイエンス 5，共立出版，2009.
  - R Documentation, <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/density.html>
  - (国研)防災科学技術研究所，強震観測網 (K-NET, Ki K-net), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
  - 野津厚：強震動を対象とした海溝型巨大地震の震源モデルをより単純化する試みー疑似点震源モデルによる 2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動シミュレーションー，地震 2, 第 65 巻, pp.45-68, 2012.
  - 気象庁：地震月報(カタログ編)，<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/index.html>
  - 気象庁：走時表，[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/catalog/appendix/trtime/trt\\_j.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/catalog/appendix/trtime/trt_j.html)
- 亀田弘行：強震地震動の非定常パワースペクトルの算出法に関する一考察，土木学会論文報告集, No. 235, pp.55-62, 1975.



## 研究テーマ： 防災に関する研究

所属：流域情報研究部門 地盤安全診断研究分野 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（男女共同参画推進室）・松越 高樹（教育推進学生支援機構障害学生支援室）・大崎 友記子（岐阜女子大学）・阪本真由美（兵庫県立大学）・岩井 慶次（清流の国ぎふ防災・減災センター）

研究協力者： 佐藤 多恵（大学院学生）・大橋 香帆（学部学生）・藤瀬 亮平（学部学生）・真柄 善行（学部学生）

平成 29 年度の研究活動は大きく分けると以下の4部分からなる。

### 1. 防災人材育成に関する研究

わが国は、世界でも最も自然災害リスクの高い国の一つである。大規模災害における被害を軽減させるためには、地域防災力の強化が必要不可欠であるため、近年、全国の自治体や大学、団体によって防災人材を育成するプログラムが実施されている。しかし、育成すべき防災人材の定義や、講座を通して目標する人材を育成できたかを評価する共通のプロセスは未だ確立されていないのが現状である。本研究では岐阜大学と岐阜県によって設置された「清流の国ぎふ 防災・減災センター」が開講する「防災リーダー育成講座（基礎編）」の事例研究を通して、地域防災人材の共通する枠組みとその評価手法の提案を目指す。そのための第一段階として、地域防災人材の基本的枠組み（メタルーブリック：図1）と対象講座における評価観点尺度（ルーブリック：図2）を試作し、ルーブリックによる評価を通じて、「育成カリキュラム評価」を試みた。あわせて、防災人材となることを目指す人ほどのような属性を持つ人なのかを把握するための「受講者属性分析」を行うことで、評価手法の基礎を構築した。その結果、受講者ニーズは属性を問わず「防災に関する基礎知識・基礎スキル」であり、ほとんどの評価観点において得点の平均値が「普通」レベルであったことから、本講座の設定レベルとカリキュラムは概ね妥当であることが確認された。また受講者属性分析の結果から、防災人材となることを目指す人はコースや属性による違いよりも個人差の方が大きく（表3）、入門編である当講座では、属性別に評価基準の設定を変える必要性は認められないことが確認された。

表1 メタルーブリック

評価観点	評価尺度		
	レベル1	レベル2	レベル3
スキル	防災知識をもち、主体的に行動できる	防災減災活動の基本的なスキルを持っている	防災減災活動の応用的なスキルを持っている
人材育成	防災知識を他者に伝える事ができる	防災減災活動を行う人を育てることができる	人材育成のためのプログラムの開発ができる
ネットワーク	顔の見える関係を構築できる	関連する組織と組織、人と人をつなぐことができる	関連する組織や人と協働して活動する事ができる
企画・立案・実践	条件（シナリオ）を与えられればできる	条件（シナリオ）を与えられなくてもできる	平時から災害時までを通した防災減災対策の企画・立案・実践ができる

表2 ルーブリック

評価観点	評価尺度	評価尺度		
		低い	普通（終了時に求められるレベル）	高い
スキル	知識	①: 講義内容を理解できなかった ④: 作業内容を理解できなかった	②: 半分くらい理解できた ③: ほとんど理解できた	⑤: かなり、ほとんど理解できた
	主体性	①: 自分から発言できなかった ⑤: 自分から行動できなかった	②: 半分くらいは発言できた ③: ほとんど発言できた	④: かなり、ほとんど発言できた
人材育成	②: 講義内容を人に伝える事ができる	①: あまりできない ②: 半分くらいはできる	③: かなり、ほとんどできる	
ネットワーク	⑦: 参加者同士で協力して作業を行うことができた	①: あまりできなかった ②: 半分くらいはできた	③: かなり、ほとんどできた	
	⑧: 参加者同士で、今後連携していけそうな関係を作ることができた	①: あまりできなかった ②: 半分くらいはできた	③: かなり、ほとんどできた	
企画・立案・実践	⑨: 師と名前の一致する関係を作った人数 ⑩: 地域、グループ、仲間などでやってみようと思う	①: 0人 ②: あまり思わない ③: 半分くらいは思う	④: かなり、ほとんど思う	

表3 属性別得点

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	知識	主体性	知識	主体性	知識	主体性		
行政	4.66	3.88	3.65	3.70	3.56	2.92	3.88	3.40	2.95	3.68
学校関連	4.67	3.91	3.60	3.83	3.68	2.75	4.02	3.50	2.05	3.57
民間企業・団体	4.44	3.63	3.75	3.71	3.67	2.79	3.87	3.56	2.03	3.74
地域	4.48	3.85	3.87	3.79	3.71	2.85	3.94	3.57	2.71	3.88
学生	4.74	3.80	3.93	3.55	3.55	2.83	4.09	3.60	2.52	3.83

## 2. 災害における広義の死傷者発生メカニズムに関する研究

災害における死傷者には大きく分けて 2 種類ある。それは、倒壊家屋などによる死傷や津波に巻き込まれる事による直接の死傷など物的な要因に起因するものと、避難生活や持病の悪化など、災害が間接的な要因となって生じるものである。以前は災害からの死傷者軽減という直接的な死傷の軽減を意味することが多かったが、2011 年東日本大震災や 2016 年熊本地震などを受けて、間接的な死傷の軽減も重要な課題である事が広く認識されてきている。

本研究では災害における死傷について、直接的な要因だけでなく間接的な要因についても対象としてそのメカニズムの解明を図り、その成果を対策に反映させることによる被害軽減を目指すものである。

本年度は東日本大震災における長期避難者の実情に関する調査研究および、熊本地震における警察の救助活動事例を通じた住民の救助活動に関する考察、を行った。

### ① 東日本大震災における長期避難者の実情に関する調査研究

東日本大震災では、津波によって居住地だけでなく生活基盤が破壊されたり、福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の拡散などにより、多数の長期避難者が発生した。遠方への長期避難は、家計、社会関係、健康という、生活上の基盤に大きな問題を生じさせる。長期避難者のための対策を考える際には、このような困難さを可能な限り客観的に評価することが必要になる。

本調査では、関西広域連合において、福島県の対口支援元である京都府への長期避難者を対象として、家計、社会関係、健康を中心に被災前と調査時点の 2 時点について調査を行った。また、コントロール群として、地震とは無関係に京都に在住している人についても同様の調査を行った。昨年度までの調査で家計、社会関係、健康全てにおいて厳しい状況であることが示されていたが、本年度は、個人属性や親戚・友人の有無、健康状態がうつ傾向におよぼす影響について分析を行った。その結果、健康状況が悪いこと、孤立している人、家族がいる場合には子供がいる場合うつ傾向が高くなる傾向が示された（図 1）。

自由記述から、長期避難者の状況を反映したペルソナを設定し、このペルソナにおける困難さの分析を試みた。この結果、役割の多重性とそれぞれに係わる問題が整理された（図 2）。ここから、もともと潜在的にあった問題の拡大による生きづらさ、不本意な移動に起因する生きづらさ、原子力発電所の事故に起因する生きづらさの大きな 3 つの問題が浮かび上がってきた。なお、ここでいう原子力発電所の事故に起因する生きづらさとは、放射線の影響に対する恐怖や、その影響の受け取り方や考え方の違いによる軋轢によるものである。

2011 年の東日本大震災の福島第一原子力発電所の事故のため、長距離避難中。

自宅は避難指示区域外であるが、放射線の影響について不安に感じて避難している。

家族構成は夫、妻、子供 1 人であるが、夫は福島の自宅で生活している。

子供ためにとまって避難しているのに、夫にも、義両親にも、避難先でできた知人にも理解してもらえない。

夫との関係は年々悪くなり、最近は離婚の話もでてくる。

当初は帰るつもりだったので、非常勤の仕事をしてきたが、もう帰れないと感じはじめています。

定職に就けるかどうか不安。

自分は訛りが抜けなくて、いつも「どちらの方ですか？」と聞かれるのが苦痛。子供はすっかりこちらの言葉をしゃべり、既にこちらでの友達の方が多くなっている。

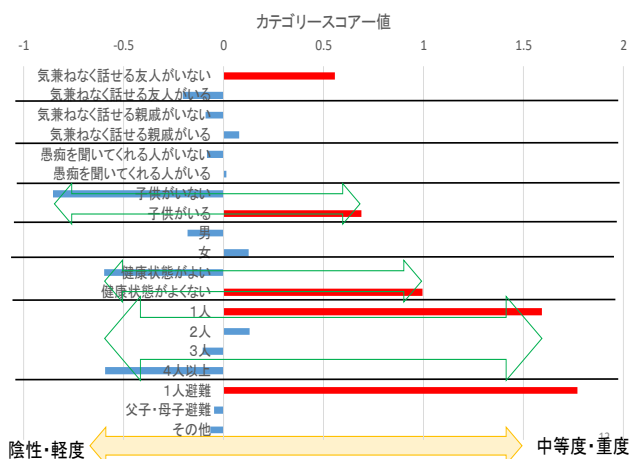


図 1 各指標がうつ傾向に与える影響

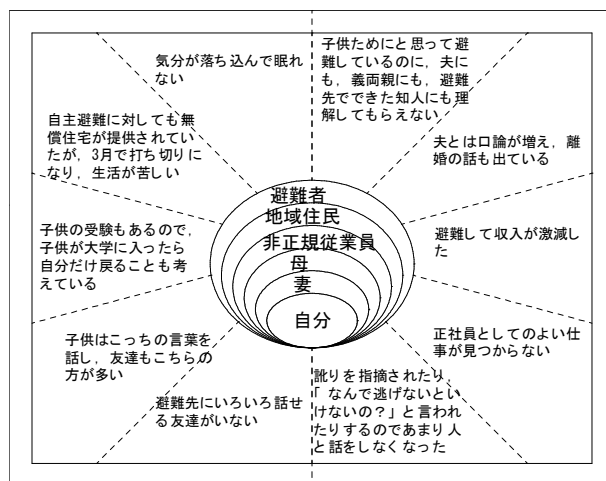


図 2 役割の多重性と生きづらさの可視化

② 熊本地震における警察の救助活動事例を通じた住民の救助活動に関する考察

大規模地震における救助活動では、救助隊のリソースとキャパシティには限りがあるため、初動の救助活動は一般市民の協力が不可欠である。しかし、現在各地で行われている地域住民向けの救助訓練は、ジャッキの使い方などに留まっており、安全管理の重要性を認知できるようなものになっていないものが多い。このような状況で、実際に救助活動を担う事になった場合、安全管理が不十分なまま住民が救助活動に従事することで二次災害が発生する危険性も考えられる。本研究では、住民が担える救助活動の範囲や考慮すべき点を明らかにするため、熊本地震における警察部隊による救助活動調査データに基づいて、倒壊家屋からの救助プロセスの分析を行った。警察部隊では、交番勤務や警察署の署員は、救助部隊ほどの部隊人数、資機材、技能を有しておらず、これら署員の救助活動と救助部隊の活動との比較から、住民が担える救助活動の範囲や考慮すべき点を考察した。その結果、倒壊家屋への進入は2階窓や1階の自壊箇所の隙間や屋根の自壊箇所の隙間など、余り破壊を伴わずに進入できる箇所が主体であること（図3）、用いた資機材も、バールやノコギリなど、一般的な工具が中心であったこと（図4）が明らかとなった。一方、警察の調査からは、救助困難な現場は圧迫解除を伴う現場である事が示唆されており、この点からも、一般市民が実施する救助活動の範囲は、圧迫を伴わない現場、圧迫を伴っても、圧迫物の解除が一般的な工具で実施できる範囲の現場である事が示唆された。

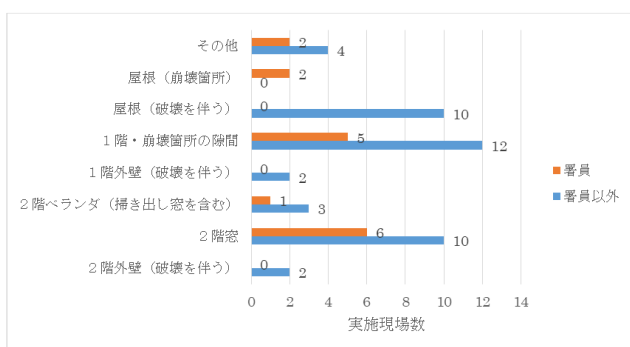


図 3 進入場所

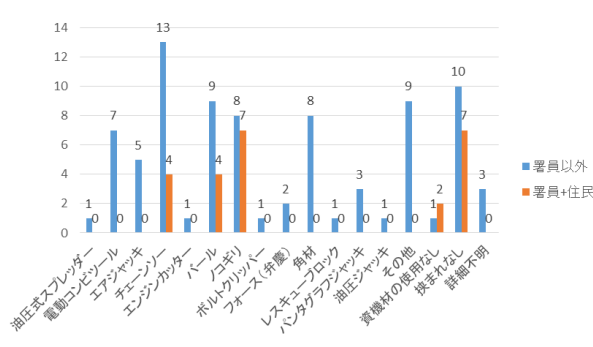


図 4 用いた資機材

## 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）・近藤 詩織（学部 4 年生）

平成 29 年度における主な研究活動は以下の通りである。

### 1. 産業廃棄物のセシウムの植生と土壤溶出水への移行抑制効果

2011 年に福島第一原子力発電所の事故による放射性核種セシウム 137 が自然環境中に放出され、東日本の森林や農地は広範囲にわたって汚染された。汚染問題の解決にむけて有用な基礎情報の充実を図るために、著者らは、これまでには室内吸着実験を行い、フロイントリヒ吸着等温線データ分析と SEM/EDX（走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線分光法）分析を踏まえ、岐阜県伊自良湖周辺の農地や林地土壌におけるセシウム (Cs) の吸着特性に関する研究を行い、Cs の農林地土壌中での分布状況、Cs の農林地土壌への吸着特性とその影響因子、吸着前後土壌組成成分の変化などについて検討した。その結果、Cs の吸着能力は土壌タイプによって大きく異なり、土壌粒子のサイズが小さいほど吸着能力が高いことが判った。また、環境にやさしい循環型社会を目指すべく産業廃棄物の再利用の観点から、廃棄物である下水汚泥からの焼却灰（岐阜市北部プラント（リンを回収後のものを使用）・炭化汚泥（日本環境管理センター）、鉄鋼スラグ（神鉄スラグ製品株式会社）、籾殻・ココナッツ殻からのバイオ炭を吸着材として、農林地土壌における Cs の吸着効果を調べたところ、焼却灰、炭化汚泥、バイオ炭（ココナッツ殻）の吸着効果が確認され、特にバイオ炭（ココナッツ殻）の効果がもっとも顕著であることを判明した。

29 年度では、上記の研究結果を踏まえ、バイオ炭（ココナッツ殻）、下水汚泥焼却灰、炭化汚泥これら 3 種類の産業廃棄物を添加剤として、Cs の量をそれぞれ 0 (Cs 添加なし)、25 mg kg<sup>-1</sup>、50 mg kg<sup>-1</sup>（以降 Cs 濃度汚染レベルと称す）を加えた森林土壌サンプルに、それぞれ 0（添加剤なし、以降 control と称す）、5%と 10%の重量比で添加し、室内ポット実験を通じて、Cs の植生（ネピアグラスを用いた。その成長の様子を Fig.1 に示す）と土壤溶出水への移行を定量的に評価する上で、これら産業廃棄物の Cs の植生への蓄積と土壤溶出水への移行に対する抑制効果を検討した。

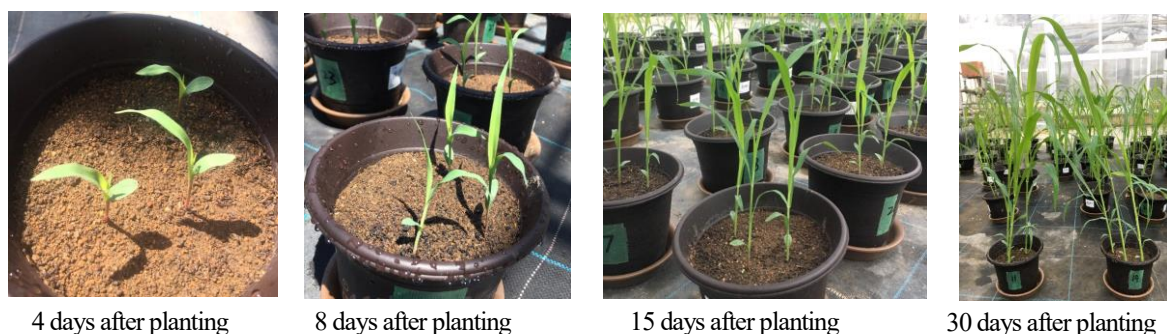
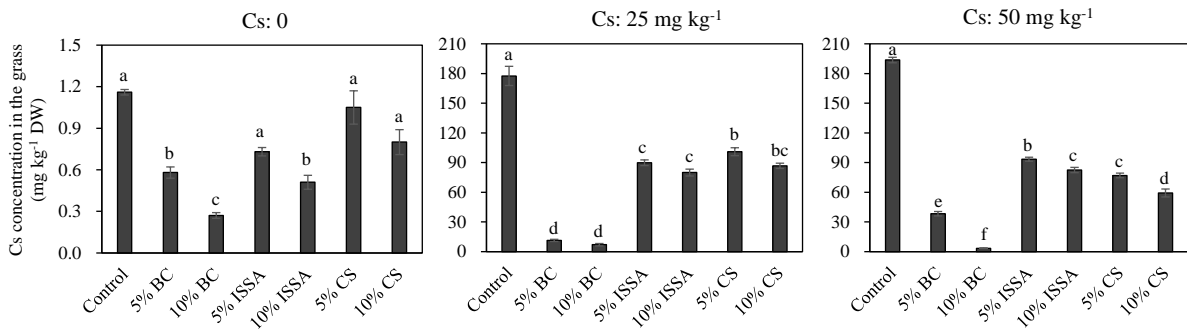


Fig. 1 Napier grasses grown in potting soil treated under different conditions

Fig. 2 は異なる条件下におけるネピアグラス中の Cs 濃度を示している。Cs 添加なしで炭化汚泥 CS を加えた場合を除き、いずれの Cs 濃度レベルにおいても、添加剤なしの control に比べて、添加剤を加えることによってネピアグラス中の Cs 濃度は著しく低下したことが分かった。特にバイオ炭 BC を添加した場合その濃度が最も低く、一例として、BC 添加量 10%で Cs 濃度レベルがそれぞれ 25 mg kg<sup>-1</sup> と 50 mg kg<sup>-1</sup> との条件下におけるネピアグラス中の Cs 濃度は、添加剤なしの control に比べて、それぞれ 96%、98%を低下したことから、バイオ炭の Cs のポット土壌から植生への移行に対する抑制効果が顕著であることが判った。一方、下水汚泥焼却灰 ISSA と炭化汚泥 CS につ

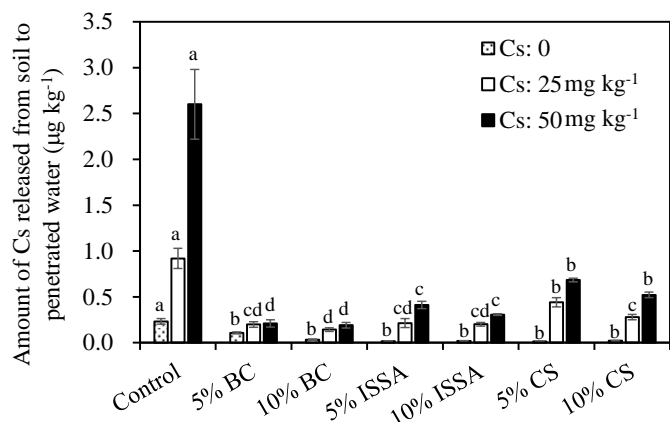


**Fig. 2** Accumulative Cs concentration in the grasses cultivated in the potting soils treated with different Cs concentration levels and additive additions (Different letters (a–f) in each figure indicate that significant differences at  $p < 0.01$ , and all data were analyzed by SPSS Statistics software. Control represents no additive addition. DW, dry weight; BC, biochar; ISSA, incinerated sewage sludge ash; CS, carbonized sludge)

いては、添加剤なし (control) の場合に比べて、ネピアグラス中の Cs 濃度の減少は見られたものの、両添加剤の間には顕著な差は見られなかった。因みに、Cs 添加の有無によってネピアグラス中の Cs 濃度は大きく異なり、その差は 167 倍にも上った。

一方、ポット土壌から溶出した水 (溶出水と称す) 中の Cs の量 (1kg ポット土壌あたりの重さで現す) は Fig. 3 に示す。いずれの Cs 濃度レベルにおいても、添加剤を加えることによって溶出水中の Cs の量は著しく減少することがわかった。また、3 種類の添加剤のなか、Cs の溶出量は炭化汚泥 CS 添加された場合で最も高く、次いで下水汚泥焼却灰 ISSA、バイオ炭 BC が一番少なく、バイオ炭の Cs 溶出抑制効果が最も顕著であることがわかった。さらに、いずれの添加剤においても、添加量の増加に伴い、溶出水中 Cs の量が減少する傾向がみられた。

このように、添加剤なしに比べて、添加剤ありのいずれの場合においても、植生や土壌溶出水への Cs の移行量は減少したため、添加剤の Cs の植生への蓄積と土壌溶出水への移行抑制効果が確認された。特に、10% 施用率のバイオ炭の抑制効果が最も顕著であり、森林土壌における Cs の固定に対してバイオ炭は有効な添加物である可能性が示唆された。



**Fig. 3** Amount of Cs released from per kg of potting soil treated with different Cs concentration levels and different additive additions to the penetrated water (Different letters (a–d) in each figure indicate that significant differences at  $p < 0.01$ , and all data were analyzed by SPSS Statistics software. Control represents no additive addition. BC, biochar; ISSA, incinerated sewage sludge ash; CS, carbonized sludge)

## 2. 中国陝西省における土壌・植生中の重金属汚染の評価と動向

中国における土壌重金属汚染問題は、社会的な関心が高く、早急な解決が求められる深刻な環境問題の一つである。土壌重金属汚染の主な要因は、鉱工業や農業生産などの人為的活動に加え、自然由来のバックグラウンド値が高いことも挙げられる。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。

これまでには、農林地や道路、河川沿いなど異なる土地利用から土壌サンプルを広範囲に採取すると同時に、植生のサンプリングも行った。今後は、土壌や植生のサンプリングを継続しながら、Cr, Cd, Ni, Pb, Zn, Cu などの重金属に対して、その汚染状況や空間的な分布を明らかにしたい。

## 研究テーマ：浄化槽の処理水質の向上に関する研究

所 属：流域水環境リーダー育成プログラム推進室 助教

氏 名：石黒 泰

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

研究協力者：藤澤 智成（工学研究科大学院学生）

平成 28 年度の研究活動は以下のとおりである。

### 1. リアルタイム PCR 法を用いた浄化槽内水中の全細菌の定量

浄化槽は、家庭から排出される汚水を処理するための小型污水处理施設として下水道未整備地区で利用されており、生活排水処理において重要な役割を果たしている。しかし、平成 26 年度末において 8.4% の浄化槽が岐阜県内の浄化槽業界の水質基準を満たしていないのが現状である。これまで合併処理浄化槽の保守点検や清掃の際に業者が行うことのできる処理水質改善のための合併処理浄化槽の運転設定の知見を得ることを目的に、処理水循環やばつ気風量の設定変更が処理水質に与える影響の検討を行ってきた。

これまでの研究の中で浄化槽の処理水槽内水の残存有機物には粒径 0.5-1  $\mu\text{m}$  の微粒子が関係していることが示されており、その多くが細菌であると考えられた。本年度は細菌が浄化槽の処理水の残存有機物に与える影響を調べるために、リアルタイム PCR 法を用いて浄化槽内の細菌の定量を行い水質との関係を検討した。

一般家庭に設置されている浄化槽を対象とし、浄化槽における試料水採取は図 1 に示した 5 か所（①夾雑物除去槽内水、②嫌気ろ床槽流入水、③嫌気ろ床流出水、④接触ろ床槽内水、⑤処理水槽内水）から行った。

5 mL の試料水を孔径 0.2  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターでろ過し、ろ紙上に細菌を捕集した後に、DNA 抽出キットを用いてろ紙から DNA を抽出した。

リアルタイム PCR 法はインターカレーター法を用いた。プライマーは細菌のユニバーサルプライマー (com1, com2) を用い、検量線は大腸菌 *Escherichia coli* (NBRC13965) を用いて作成した。測定した DNA 量を大腸菌 1 個当たりの DNA 量 ( $4.775 \times 10^{-3} \text{pg/cell}$ ) で割り、大腸菌に相当する細菌数を求めた。

浄化槽内の変化についてその 1 例を図 2 に示した。処理水槽内水の透視度が高く、処理水質の良い場合は、嫌気槽（夾雑物除去槽、嫌気ろ床槽）、好気槽（接触ろ床槽内水、処理水槽）と処理が進むにつれ、細菌数が減少する傾向がみられた。いっぽうで、処理水槽の透視度が低く、処理水質が悪い場合においては、処理水槽内水に残存する細菌数は処理水質が高い浄化槽に比べて多かった。一部の場においては、好気槽（接触ろ床槽内水、処理水槽）において細菌数の増加がみられるものもあった。

処理水槽内水における細菌数と BOD の関係を見てみると（図 3）、1%

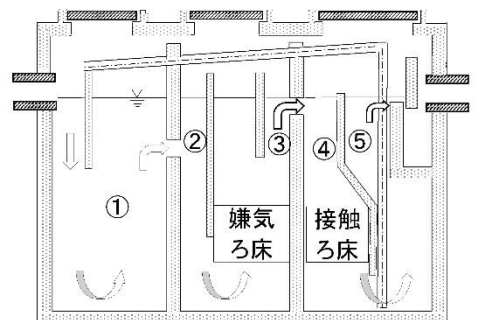


図 1 浄化槽の試料水採取位置

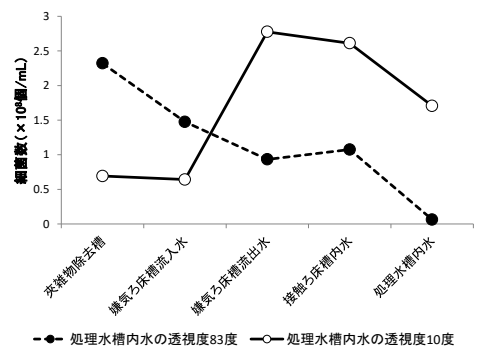


図 2 浄化槽 A の細菌数の変化

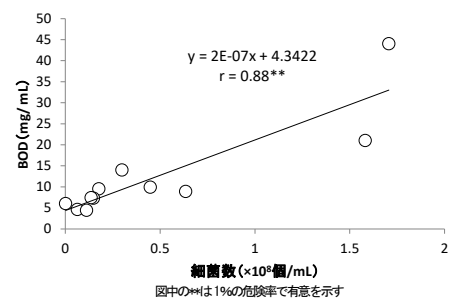


図 3 処理水槽内水における細菌数と BOD の関係

の危険率で両者に有意な相関がみられたことから、処理水槽内水の残存有機物量に細菌数が影響を及ぼしていることが示唆された。

## 2. 浄化槽の細菌数と水質との関係

細菌数が水質に与える影響を調べるために、リアルタイム PCR で測定した細菌数、BOD (C-BOD)、DOC、SS、全窒素、全リンなどの主要水質測定項目、粒径 0.5-1  $\mu\text{m}$  の微粒子数、粒径 1-3  $\mu\text{m}$  の微粒子数、粒径 3-10  $\mu\text{m}$  の微粒子数、粒径 10  $\mu\text{m}$  の微粒子数を用いて、試料水採取位置ごとにヴォード法を用いた階層型クラスター分析を行い、浄化槽の細菌数が処理水質に与える影響を検討した。

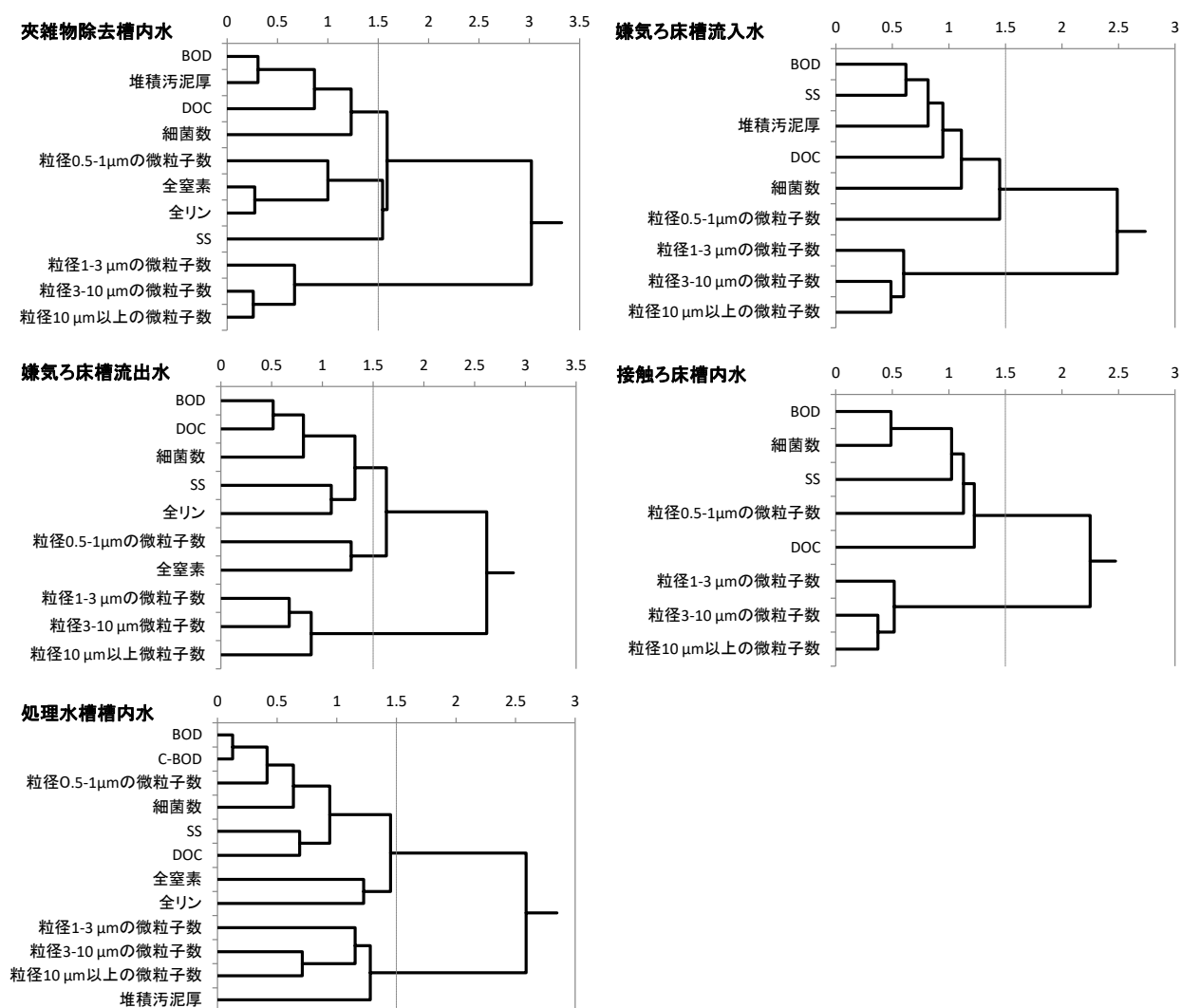


図 4 採水場所ごとの細菌数と主要水質測定項目を用いたクラスター分析

結合距離 1.5 以下で分類したところ、夾雑物除去槽は 4 つのクラスターに、は 2 つのクラスターに、嫌気ろ床槽流出水は 3 つのクラスターに、嫌気ろ床槽流入水、接触ろ床槽内水と処理水槽内水は 2 つのクラスターにそれぞれ分類された。いずれの場合においても細菌数は水中の有機物量を表す BOD と同一クラスター内に存在した。

クラスター内を詳しく見てみると、嫌気槽においては、BOD と結合距離が近いものは堆積汚泥厚や SS、DOC であったが、好気槽では、BOD (C-BOD) と結合距離が近いものが細菌や粒径 0.5-1  $\mu\text{m}$  の微粒子数となっており、浄化槽の処理が進むにつれて、細菌が水質に与える影響が大きくなると考えられた。

## 研究テーマ： 釧路川流域を対象とした流域から沿岸域へ供給する溶存炭素量の将来予測

所 属： 共同研究支援室 特任助教  
氏 名： 丸谷 靖幸  
共同研究者： 駒井 克明（北見工業大学）

平成 29 年度に実施した主な研究活動を下記の通り紹介する。なお、本研究は平成 29 年度共同研究・研究集会公募事業（重点研究課題，代表：北見工業大学 駒井准教授）における共同研究の成果である。

### 1. はじめに

釧路沿岸域は水産資源の豊かな海域であり，わが国においても常に水揚げ量トップ10に入る釧路港を有する海産物が有名な地域である。この水域の水産資源のうちコブは地球温暖化の緩和機能をもつブルーカーボンとしても期待されるが，2017年冬の大規模な流氷の接岸等，過去には度々被害をうけるなど地球規模の気候変化に対する脆弱性も懸念される。一方，後背地にはカルデラ湖である屈斜路湖，森林に覆われた山地流域，わが国屈指の酪農地帯，および国内最大規模の釧路湿原が広がっている。この後背地からは，様々な由来を持つ有機炭素が沿岸域に供給され，特に泥炭質の土壌には寒冷気候下において長時間かけて分解された陸生植物由来の有機物が多く含まれている。このため，森～川～海へと流れる河川水の中にも大量の炭素を含む溶存有機物が溶け込んでおり，錯イオンを形成して微量栄養塩のキャリアーにもなることから，溶存有機炭素（DOC：Dissolved Organic Carbon）の循環の保全は将来にわたって豊かな流域圏を維持するのに重要な役割を果たしていると考えられる。近年では地球温暖化の緩和策の一つとして，海洋及び陸上生物圏の炭素の取り込みを経済価値として評価する試みがなされているが，未だメカニズムが科学的に解明されていない炭素循環のプロセスも多い。わが国屈指の豊かな水産資源を有する釧路沿岸域は陸生植物由来の有機炭素を大量に含む腐食物質が生成される湿原を後背地としているが，近年，湿原は急速に減少しており，陸域由来の有機炭素の沿岸域への流出量の総量を定量化する意義は大きい。

近年では気候変動による気象因子の変化が流域水環境に与える影響が大きな問題となっている。例えば，平成29年7月九州北部豪雨による水災害など，局所豪雨の発生頻度の増加に伴う被害の増加が顕著に現れている。その一方で水環境に与える影響も大きく気候変動への適応・緩和策の検討などを進めるため，これまで数多くの研究が行われている。丸谷らはMRI-AGCM3.1Sの降水量をインプットとし，貯留関数法を用いて栄養流出量の将来予測を行っている。丸谷らの論文では同じ道東地域に属する知床を対象として検討を行っているが釧路川流域では検討されておらず将来の流域管理に向けて検討が必要である。

そこで，本論文では，釧路川流域全体の陸域起源の沿岸域への DOC の流出量を定量化し，沿岸域への流出量を将来予測するためのモデルを構築することを目的としている。まず，流出量を把握しやすい久著呂川流域を対象に DOC の流出特性を把握した。次に，久著呂川流域のデータを簡易的に釧路川流域全体に当てはめて DOC の流出量を求めるための定式化を行う。さらに，大規模アンサンブル気候予測データベース d4PDF（database for Policy Decision making for Future climate change）による久著呂川最近傍の降水量と気温を流出モデルに入力することで釧路川流域から沿岸域への DOC 流出量の将来予測を行った。

本報では，これらの結果について報告する。

### 2. 久著呂川流域からの DOC 流出量

釧路川流域および久著呂川流域の位置関係を図-1 に示す。釧路川流域全体と久著呂川流域の面積はそれぞれ 2510 km<sup>2</sup>，148 km<sup>2</sup> であり，図-2 はそれぞれの流域の土地利用割合の比較を示している。釧路川流域の土地利用割合は，久著呂川の土地利用割合と類似していることがわかる。図-1 に示す全地点において採取された水試料を孔径



0.4 μm のガラス繊維ろ紙でろ過し (GB-140, ADVANTEC 社製) 全有機炭素計 (TOC-5000A, Shimadzu 社製) を用いて DOC を測定した。なお 2014 年 10 月 14 日と翌 15 日の降雨による出水時に採取された水試料は一定時間間隔で計 7 度採取されている。これらの結果を利用し、久著呂川流域および釧路川流域からの DOC 流出量推定手法について検討する。

森林、湿地、畑地、牧草地等、様々な土地利用を由来とする DOC は異なる物質構成を有することが知られているが、土地利用形態が類似している久著呂川流域のデータを使用して釧路川流域全体からの DOC の流出量を以下のようにして簡易的に求める。

まず、久著呂川流域からの DOC の流出量は以下のように、いわゆる L-Q 式の形で定式化する。

$$L_1 = \alpha Q^\beta \quad (1)$$

ここに、 $Q$  : St. A での流量、 $L_1$  : St. A での DOC の流出量、および  $\alpha$ 、 $\beta$  : 係数である。なお、 $\alpha$ 、 $\beta$  は表-1 に示す St. 9 での平水時、出水時、および融雪出水時のデータを用いて最適化した。その結果を図-3 に示す。 ( $\alpha$ 、 $\beta$  はそれぞれ 0.1488、2.5549)。

次に St. A と St. B からの DOC 流出量の関係を線形で定式化した。なお St. A では採水調査を行っていないので St. 9 の DOC データを用いた。その結果を図-4 に示す。

$$L_2 = \gamma L_1 \quad (2)$$

ここに、 $L_2$  : 釧路川流域全体からの DOC 流出量、および  $\gamma$  : 係数 (=30.111) である。式(2)により、広大な釧路川流域のデータを一支流域のデータである久著呂川のデータにより簡易的に求めるための定式化が行うことが可能と

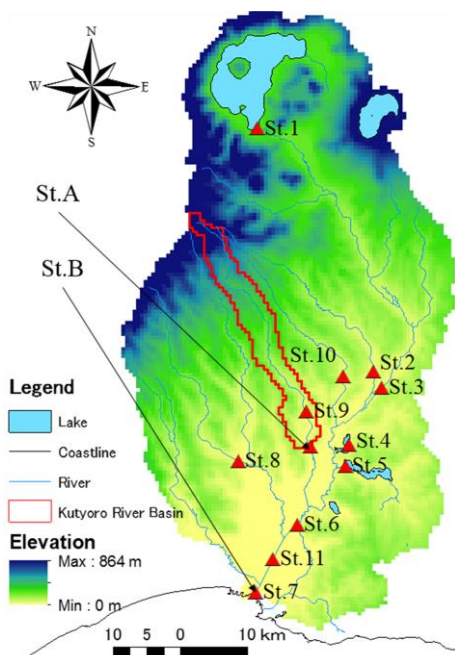


図-1 釧路川流域 (久著呂川流域を含む)

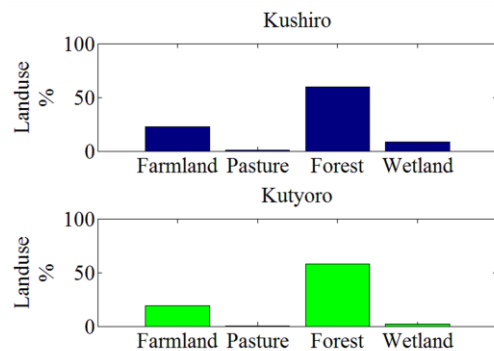


図-2 釧路川流域全体と久著呂川流域の土地利用。  
上：釧路川流域全体、下：久著呂川流域。

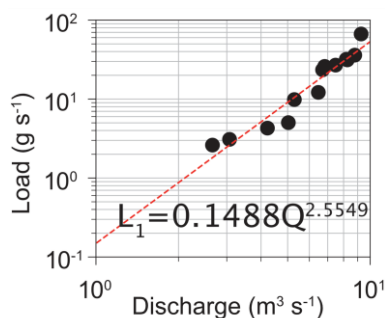


図-1 久著呂川流域における L-Q 式

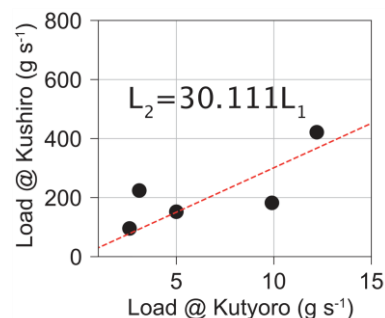


図-2 釧路川流域と久著呂川流域における DOC 流出量の関係

なった。

### 3. 釧路川流域全体から沿岸域への DOC 流出量の将来予測

積雪寒冷地である釧路川流域においては長期的な DOC 流出量に対し融雪期を考慮する必要があることから、ここでは融雪を考慮して流量を推定する。なお本研究では、土地利用割合や発生率が変わらないという仮定のもと計算を進める。以下の式(3)~(4)を用いて、降雨データを基に融雪を考慮した貯留関数法により流量を求めた。

$$S = Kq^p \quad (3)$$

$$\frac{dS}{dt} = fr - q + SM \quad (4)$$

ここに、 $S$ ：貯留高、 $r$ ：降水量、 $q$ ：流出高、 $f$ ：流出率、 $K$ 、 $p$ ：パラメータ、 $SM$ ：融雪量（積雪がある場合のみ）である。融雪量はdegree-hour法によって求めた。

$$\frac{d(SWE)}{dt} = SD - SM \quad (5)$$

$$SD_i = SD_{i-1} + SF + R \quad (6)$$

$$SF = r \left[ \frac{a_{sf}}{1 + \exp\{b_{sf}(T + c_{sf})\}} \right] \quad (7)$$

$$SM = k_w T + 2.0/24 \quad (8)$$

ここに、 $SWE$ ：積雪水量、 $SD$ ：積雪深、 $SF$ ：降雪量、 $R$ ：圧縮深、 $r$ ：降水量、 $T$ ：時間気温、 $k_w$ ：融雪係数、 $a_{sf}$ 、 $b_{sf}$ 、 $c_{sf}$ ：雪水比に関するパラメータである。

笠間らは本研究と同様の流域において、CMIP5で提供されるGCMsを利用した検討が存在する。笠間らは、Byun et al.によって提案されている雪水比（降雪量/降水量）と気温の関係から、降雪量を推定している。そこで本研究においても、笠間らの結果と比較検証ができるようにするため、同様な手法で降雪量を推定した。雪水比に関するパラメータは、久著呂川流域の直近のアメダス観測所において推定した（ $a_{sf}=1.0$ 、 $b_{sf}=1.613$ 、 $c_{sf}=-0.22$ である）。

貯留関数法のパラメータは直近の流量観測所（国土交通省所管）の2012年9月30日～10月3日の出水時の毎時流量データから求め、 $f=0.2$ 、 $K=14.5$ 、 $p=0.3$ であった。また、キャリブレーションの結果、NSEとCoDは0.99以上である。さらに、本パラメータが長期的な流出傾向を再現可能か検証するため、2012年1月～12月を対象に流出計算を行った。その際、久著呂川流域の直近の鶴居アメダス観測所において、degree-hour法のパラメータを決定した場合、本流域の融雪傾向を再現出来なかった。そのため、本研究では、観測流量に合うようにパラメータを決定した（ $k_w=0.22$ である）。検証の結果、NSEは0.62、CoDは0.64であり、降水や融雪に対する流出のパターンやピーク流量が平均的に一致していたことから、対象流域での基本的な流出の考察は可能であると判断した。

釧路川流域からのDOC流出量を推定する前に、本研究で利用するd4PDFにおける降水量がどの程度、観測値の傾向を再現できているか確認するため、DOCの流出に非常に大きな影響を及ぼすと考えられる、年最大日降水量を観測値と現在気候および将来気候で比較を行った(図-4)。その結果、観測値と現在気候の間で若干の差はあるものの、概ね現在気候は観測値の分布型を再現できていることがわかる。

d4PDFの降水量と気温を利用し、本研究で構築した貯留関数法によって流出解析を行った結果を図-5に示す。ここでは、年最大日流量を示している。その結果、降水量と同様に現在気候は観測値の分布型を概ね再現できていることがわかる。将来気候においては各SSTアンサンブルによってばらつきが大きいことがわかる。また、すべてのアンサンブルにおいて、将来気候では極端なイベントが増加する可能性が示唆された。

図-6 は式(1)と(2)を用いて推定した現在気候と将来気候の DOC 流出量の 60 年平均値である。d4PDF を用いて流量の将来予測値を組み込むことで、将来の釧路沖の親潮沿岸域への DOC の流出量はアンサンブルメンバーによっては減少する時期も存在するが、通年においては増加することが予測された。また、特に夏期における流出量の増加が顕著である。このことから、釧路川流域から流出する陸域起源の DOC が増加するとともに、窒素やリン、鉄などの制限栄養塩が溶存有機物の分解に伴って供給されることも考えられ、沿岸生態系に利用される栄養の季節的な供給バランスが変化する可能性が示唆された。

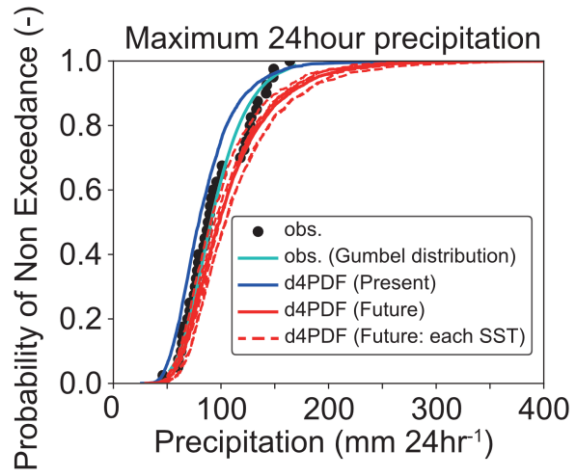


図-4 d4PDF（現在気候と将来気候）と観測値の年最大日降水量の比較.

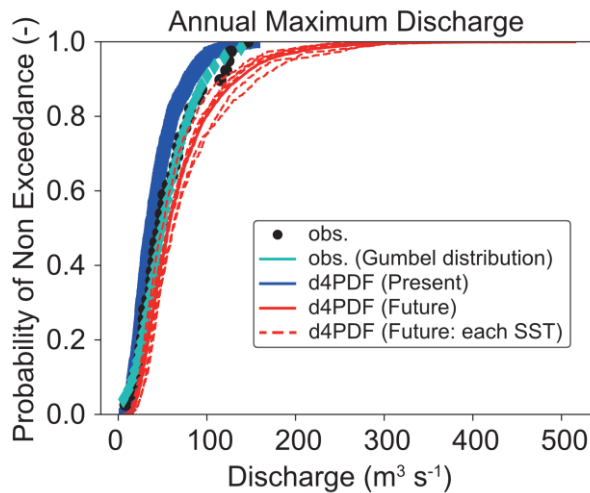


図-5 d4PDF（現在気候と将来気候）と観測値の年最大日流量の比較.

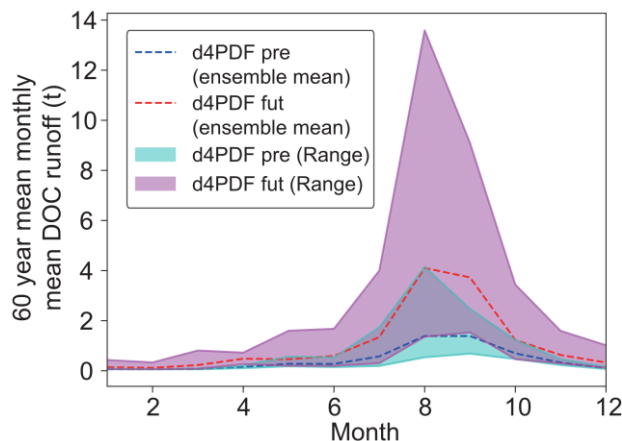


図-6 現在気候および将来気候における 60 年平均月 DOC 流出量

## (2) 教員の研究活動・社会活動

氏名： 大塚 俊之

### 著書

- 1.大塚俊之 (2018) 第 10 章 生態系.「新しい生物学」弥益恭・中尾啓子・野口航（編）pp.128-140, 培風館

### 発表論文

1. Kida M, Tomotsune M, Iimura Y, Kinjo K, Ohtsuka T, Fujitake N (2017) High salinity leads to accumulation of soil organic carbon in mangrove soil. *Chemosphere* **177**, 51-55; <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.02.074>
2. 友常満利・鈴木庸平・大塚俊之・吉竹晋平・墨野倉伸彦・新海恒・小泉博 (2017) マングローブ林における自動開閉チャンバー法を用いた干出・冠水土壤からの炭素放出の測定－土壤圏炭素動態の解明に向けた新たな試み－. 日本生態学会誌 **67**, 75-83
3. 木田森丸・金城和俊・大塚俊之・藤嶽暢英 (2017) 石垣島吹通川マングローブ林流域における溶存有機物の動態. 日本生態学会誌 **67**, 85-93
4. Chen S, Yoshitake S, Iimura Y, Asai C, Ohtsuka T (2017) Dissolved organic carbon (DOC) input to the soil: DOC fluxes and their partitions during the growing season in a cool-temperate broad-leaved deciduous forest, central Japan. *Ecological Research* **32**, 713-724; DOI 10.1007/s11284-017-1488-6
5. Chen S, Komiyama A, Kato S, Cao R, Yoshitake S, Ohtsuka T (2017) Stand dynamics and biomass increment in a lucidophyllous forest over a 28-year period in central Japan. *Forests* **8**, 397; doi: 10.3390/f8100397
6. 城取陽一郎・山村靖夫・中野隆志・安田泰輔・大塚俊之 (2017) 青木ヶ原樹海針葉樹林の動態；林分構造の 13 年間の変化 富士山研究 **11**, 35-43
7. Yoshitake S, Uchida M, Iimura Y, Ohtsuka T and Nakatsubo T (2018) Soil microbial succession along a chronosequence on a High Arctic glacier foreland, Ny-Ålesund, Svalbard: 10 years' change. *Polar Science*; DOI: 10.1016/j.polar.2018.03.003

### 学会発表

- 1.Siyu Chen, Ruoming Cao, Shinnpei Yoshitake, Toshiyuki Ohtsuka (2017) “Stand Dynamics and Biomass Increment in a Lucidophyllous Forest over a 28-Year Period in Central Japan” The International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture 2017 UGSAS-GU & BWEL joint poster session on Agricultural and Basin Water Environmental Science, 29 Aug., Gifu, Best presentation award
- 2.Ruoming Cao, Siyu Chen, Shinpei Yoshitake, Chiyuki Asai and Toshiyuki Ohtsuka (2017) The nitrogen cycling in a deciduous broad-leaved forest, central Japan. The International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture 2017 UGSAS-GU & BWEL joint poster session on Agricultural and Basin Water Environmental Science, 29 Aug., Gifu.
- 3.荒井秀・友常満利・吉竹晋平・大西健夫・岡田美幸・大塚俊之 (2017) 「石垣島吹通川マングローブ林の微生物呼吸量の推定」日本生態学会中部地区会 12月2日 新潟大学（新潟）
- 4.國枝秀・大塚俊之 (2017) 「常緑広葉樹（ツブラジイ）林における土壤呼吸量の季節的・空間的変動」日本生態学会中部地区会 12月2日新潟大学（新潟）
- 5.稲垣沙耶・吉竹晋平・大塚俊之 (2017) 「冷温帯落葉広葉樹林におけるレジンコア法を用いた土壤圏窒素動態の解明」日本生態学会中部地区会 12月2日新潟大学（新潟）

6. Siyu CHEN, 吉竹晋平, 大塚俊之 (2018) 「Stemflow generation and DOC dynamics in relation to tree species and size in the forest of central Japan」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 15 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
7. Ruoming Cao, Siyu Chen, Shinpei Yoshitake, Toshiyuki Ohtsuka (2018) 「Hydrologic and internal nitrogen cycles in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest (Takayama forest)」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 15 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
8. 大塚俊之, 荒井秀, 友常満利, 吉竹晋平, 大西健夫, 藤嶽暢英, 木田森丸, 近藤美由紀, 飯村康夫, 金城和俊 (2018) 「マングローブの生態系純生産量 (NEP) は本当に大きいのか？」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 16 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
9. 吉竹晋平, 友常満利, 墨野倉伸彦, 小泉博, 大塚俊之 (2018) 「森林生態系における林床へのバイオチャー散布が土壌微生物群集に及ぼす影響」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 16 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
10. 近藤美由紀, 高橋浩, 吉竹晋平, 木田森丸, 藤嶽暢英, Pongpam Sasitron, Suchewaboripont Vilanee, 大塚俊之 (2018) 「タイ王国トラート川流域マングローブ林における溶存無機炭素の日変動：雨季と乾季における観測事例」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 16 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
11. 廣田充, 中田貴子, 大塚俊之 (2018) 「冷温帯二次林における遷移にともなう植生構造と植物バイオマスの変化」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 16 日 札幌コンベンションセンター (札幌)
12. 友常満利, 荒井秀, 金城和俊, 大西健夫, 小泉博, 大塚俊之 (2018) 「無人航空機によるマングローブ林の森林構造の検出 ～ドローンを用いた八重山諸島の森林動態の解明に向けて～」 第 65 回日本生態学会大会 3 月 17 日 札幌コンベンションセンター (札幌)

## 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、フィールド生態学英語演習、フィールド生態学演習

応用生物科学研究科： 生態系生態学特論

### ・指導学生

博士後期課程： 1 名（うち、外国人留学生 1 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 0 名）

研究生： 1 名（うち、外国人留学生 1 名）

## 社会活動

- ・岐阜市都市計画審議会委員

## 学協会活動

- ・ Ecological Research, Associate Editor-in-Chief

## 受賞

- ・ Best presentation award, The International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture 2017 UGSAS-GU & BWEL joint poster session on Agricultural and Basin Water Environmental Science “Stand Dynamics and Biomass Increment in a Lucidophyllous Forest over a 28-Year Period in Central Japan” T

氏名： 吉竹 晋平

## 発表論文

1. Yoshitake S., Uchida M., Iimura Y., Ohtsuka T., Nakatsubo T. (2018) Soil microbial succession along a chronosequence on a High Arctic glacier foreland, Ny-Ålesund, Svalbard: 10 years' change. *Polar Science* **16**: 59-67.
2. Kida M., Fujitake N., Suchewaboripont V., Pongpam S., Tomotsune M., Kondo M., Yoshitake S., Iimura Y., Kinjo K., Maknual C., Ohtsuka T. (2018) Contribution of humic substances to dissolved organic matter optical properties and iron mobilization. *Aquatic Sciences* **80**: 26.
3. Nagai S., Saitoh T.M., Kajiwaru K., Yoshitake S., Honda Y. (in press) 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* (in press).
4. Cui J., Hirota M., Kamijo T., Yoshitake S., Katoh K. (2018) Soil net nitrogen mineralization at different ecosystem development stages after the year 2000 eruption on Miyakejima island. *Journal of Ecosystem & Ecography* **8** (1) 250.
5. Suminokura N., Suzuki M., Tanami K., Tomotsune M., Yoshitake S., Koizumi H. (2018) Non-destructive measurement of soil respiration in a grassland ecosystem using the multiple-microchambers method. *Ecological Research* **33**: 471-477.
6. 友常満利・鈴木庸平・大塚俊之・吉竹晋平・墨野倉伸彦・新海恒・小泉博（2017）マングローブ林における自動開閉チャンバー法を用いた干出・冠水土壤からの炭素放出の測定—土壤圏炭素動態の解明に向けた新たな試み— *日本生態学会誌* **67**: 75-83.
7. Chen S., Komiyama A., Kato S., Cao R., Yoshitake S., Ohtsuka T. (2017) Stand Dynamics and Biomass Increment in a Lucidophyllous Forest over a 28-Year Period in Central Japan. *Forests* **8** (10): 397.
8. Chen S., Yoshitake S., Iimura Y., Asai C., Ohtsuka T. (2017) Dissolved organic carbon (DOC) input to the soil: DOC fluxes and their partitions during the growing season in a cool-temperate broad-leaved deciduous forest, central Japan. *Ecological Research* **32** (5): 713-724.
9. Nagai S., Nasahara K.N., Yoshitake S., Saitoh T.M. (2017) Seasonality of leaf litter and leaf area index data for various tree species in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest, Japan, 2005-2014. *Ecological Research* **32** (3): 297.

## 学会発表

1. Yoshitake S., Tomotsune M., Suminokura N., Koizumi H., Ohtsuka T. (2018) Effect of biochar amendment on the soil nutrient status and microbial community in a temperate forest, Japan. 2nd International symposium of river basin studies. (岐阜)
2. 吉竹晋平・友常満利・墨野倉伸彦・小泉博・大塚俊之（2018）森林生態系における林床へのバイオチャー散布が土壤微生物群集に及ぼす影響. 第 65 回日本生態学会大会（札幌）
3. 永井信・梶原康司・斎藤琢・吉竹晋平・本多嘉明（2018）ドローンによる里地里山生態系の観測. 第 20 回 環境リモートセンシングシンポジウム（千葉）
4. Chen S., Yoshitake S., Ohtsuka T. (2018) Stemflow generation and DOC dynamics in relation to tree species and size in the forest of central Japan. 第 65 回日本生態学会大会（札幌）
5. 墨野倉伸彦・増田信悟・鈴木真祐子・田波健太・友常満利・吉竹晋平・小泉博（2018）冷温帯シバ草原における 7 年間の温暖化実験—植物および土壤圏の応答性— 第 65 回日本生態学会大会（札幌）
6. 大塚俊之・荒井秀・友常満利・吉竹晋平・大西健夫・藤嶽暢英・木田森丸・近藤美由紀・飯村康夫・金城和俊（2018）マングローブの生態系純生産量 (NEP) は本当に大きいのか？ 第 65 回日本生態学会大会（札幌）
7. 近藤美由紀・高橋浩・吉竹晋平・木田森丸・藤嶽暢英・Pongpam S.・Suchewaboripont V.・大塚俊之（2018）タイ王国トラート川流域マングローブ林における溶存無機炭素の日変動：雨季と乾季における観測事例. 第 65 回日本生態学会大会（札幌）

8. 荒井秀・友常満利・吉竹晋平・大西健夫・岡田美幸・大塚俊之 (2017) 石垣島吹通川マングローブ林の微生物呼吸量の推定. 2017 年度日本生態学会中部地区大会 (新潟)
9. 稲垣沙耶・吉竹晋平・大塚俊之 (2017) 冷温帯落葉広葉樹林におけるレジソコア法を用いた土壌窒素動態の解明. 2017 年度日本生態学会中部地区大会 (新潟)

## 受賞

・ 18<sup>th</sup> Ecological Research Paper Award (共著)

Nagai S., Nasahara K.N., Yoshitake S., Saitoh T.M. (2017) Seasonality of leaf litter and leaf area index data for various tree species in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest, Japan, 2005–2014. *Ecological Research* **32** (3): 297.

氏名： 景山 幸二

## 論文

1. Feng, M., Nukaya, A., Satou, M., Fukuta, N., Ishiguro, Y., Suga, H., Kageyama, K.: Use of LAMP detection to identify potential contamination sources of plant pathogenic *Pythium* species in hydroponic culture systems of tomato and eustoma. *Plant Dis.* <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-17-1679-RE>, 2018. In press.

## 学会発表

1. 稲垣 晋・長坂拓弥・今崎伊織・藤 晋一・柘植尚志・清水将文・景山幸二・須賀晴久: *Fusarium fujikuroi* におけるジベレリン産生力の多様性の原因解明. フザリウム研究会, 2017.
2. 須賀晴久・船坂美佳・川畑文子・清水将文・景山幸二: 同一県内、複数の農業協同組合の育苗イネから分離した *Fusarium fujikuroi* の個体分析. フザリウム研究会, 2017.
3. Yamaguchi, K., Uriu, Y., Shimizu, M., Kageyama, K.: Development of a biosensor for selective detection of phytopathogenic *Pythiums*. 2017 IEEE 7th International Conference Nanomaterials, Ukraine, 2017.
4. Feng, W., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Loop-mediated isothermal amplification assay to detect *Phytophthora colocasiae* causing Leaf blight of taro in Japan. Asian Mycological Congress in Vietnam, 2017.
5. Afandi, A., Loekito, S., Afandi, Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Identification and population genetics of *Phytophthora nicotianae* causing root rot of pineapple. Asian Mycological Congress in Vietnam, 2017.
6. Hieno, A., Li, M., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Development of accurate DNA database of *Phytophthora* and genus specific PCR-based detection. Asian Mycological Congress in Vietnam, 2017.
7. 林美希・渡辺秀樹・須賀晴久・景山幸二: *Pythium myriotylum* によるシュウメイギク根腐病(新称). 日植病報 83: 62-63, 2017.
8. Afandi, A., Loekito, S., Suga, H., Kageyama, K.: Microsatellite marker development for population structure analysis of *Phytophthora nicotianae*. *Jpn. J. Phytopathology* 83, 63, 2017.
9. 堀田圭祐・佐々木伸浩・早川敏広・景山幸二: 改良バミューダグラスに発生した *Pythium arrhenomanes* によるピシウム病(新称). 日植病報 83: 63, 2017.
10. Borjigin, C., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K., Fuji, S.: Population genetic analysis of *Pythium myriotylum* using SSR markers. *Jpn. J. Phytopathology* 83, 63, 2017.
11. 馮文卓・須賀晴久・景山幸二: LAMP法によるレタス立枯病菌 *Pythium uncinulatum* の簡易検出. 日植病報 83: 64, 2017.

12. 須賀晴久・船坂美佳・川畑文子・清水将文・景山幸二: ある一農家が保有する複数のイネばか苗病発生水田から分離した*Fusarium fujikuroi* の個体分析. 日植病報 83: 168-169, 2017.
13. Yoshilia, R., Morishima, M., Suga, H., Kageyama, K.: First report of stem rot on hydrangea caused by *Phytophthora hedraiaandra* in Japan. Jpn. J. Phytopathology 83, 183, 2017.
14. 戸田浩子・鈴木杏子・三宅律幸・鈴木良地・坂紀邦・景山幸二: *Pythium splendens* によるロゼリアサ (ロゼル) 根腐病 (病原追加) . 日植病報 83: 186, 2017.
15. 鈴木杏子・戸田浩子・三宅律幸・鈴木良地・坂紀邦・景山幸二: *Phytophthora nicotianae* によるロゼリアサ (ロゼル) 疫病の国内発生. 日植病報 83: 186-187, 2017.
16. Afandi, A., Borjigin, C., Suga, H., Kageyama, K.: Population Structure Analysis of *Phytophthora nicotianae* in Japan. Jpn. J. Phytopathology 83, 188, 2017.
17. 日恵野綾香・大坪佳代子・李明珠・須賀晴久・景山幸二: LAMP法を用いた*Phytophthora nicotianae*の特異的検出. 日植病報 83: 193, 2017.
18. Afandi, A., Masanto, M., Wibowo, A., Subandiyah, S., Loekito, S., Afandi-, Suga, H., Kageyama, K.: Diversity of oomycetes in southern Sumatera and central Java islands of Indonesia. Joint Conference of the Societies for Enviromental Microbiology, Sendai, 2017.
19. 馮文卓・日恵野綾香・楠幹生・須賀晴久・景山幸二: レタス圃場における*Phytophthora*および*Pythium*属菌のLAMP法による検出. 環境微生物系学会合同大会. 仙台 2017.
20. 日恵野綾香・大坪佳代子・須賀晴久・景山幸二: 輸入検疫での実用化に向けたTriplex PCR法による*Phytophthora*属の特異的検出法の確立. 環境微生物系学会合同大会. 仙台 2017.
21. Sultana, S., Kobayashi, H., Yamaguchi, R., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: Fumonisin production recovery in a *Fusarium fujikuroi* strain by complementation of FUM21, FUM6 and FUM7 genes. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p109-112, 2018.
22. Okumura, R., Ikawa, M. Hirata, Y., Shimizu, M., Kageyama, K., Suga, H.: Genetic mapping of chromosome No.1 region associated with pathogenicity in *Fusarium* head blight pathogen. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p113-115, 2018.
23. Mizutani, F., Nishioka, T., Suga, H., Kageyama, K., Shimizu, M.: Plant growth-promoting traits of rhizospheric *Flavobacterium* and *Chryseobacterium*. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p125, 2018.
24. Hieno, A., Li, M., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Establishment of global *Phytophthora* database for quarantine control. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p127, 2018.
25. Masanto, Hieno, A., Wibowo, A., Subandiyah, S., Shimizu, M., Suga, H., Kageyama, K.: Morphological and molecular identification of causal agent of cocoa pod rot disease in Indonesia. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p129, 2018.
26. Afandi, A., Murayama, E., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Population Genetics Analysis of *Phytophythium helicoides* in Japan. Proc. Inter. Sympo. Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture in Gifu, Japan. p137, 2018.
27. Feng, W., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Development of LAMP assay to detect *Phytophthora colocasiae* causing Leaf blight of taro from plant and soil. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p21-22, 2018.



28. Morita, K., Kageyama, K., Suga, H.: Population structure analysis of *Pythium irregulare* using microsatellite marker. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p23, 2018.
29. Yoshilia, R., Feng, W., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: First report of crown rot of lettuce caused by *Phytophthora crassamura* in Japan. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p26, 2018.
30. Masanto, Hieno, A., Wibowo, A., Subandiyah, S., Shimizu, M., Suga, H., Kageyama, K.: Distribution of mating type of *Phytophthora palmivora* isolates from Indonesia and Japan. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p31, 2018.
31. Hieno, A., Otsubo, K., Suga, H., Kageyama, K.: Specific detection of quarantine species, *Phytophthora ramorum*, *P. kernoviae* and *P. lateralis* by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p33, 2018.
32. Afandi, A., Murayama, E., Hieno, A., Suga, H., Kageyama, K.: Microsatellites Assessment of *Phytophthora helicoides* Infecting Rose. 2nd international symposium of river basin studies in Gifu University, p37, 2018.

### 教育活動

- ・ 担当科目

全学共通教育： 生物の多様性と人間社会，人の営みと環境

応用生物科学部： 微生物学

応用生物科学研究科： 植物保護学特論

- ・ 指導学生

博士課程： 3名（うち、外国人留学生3名）

修士課程： 4名（うち、外国人留学生1名）

学部卒業研究： 2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

- ・ 「Advanced taxonomy of plant pathogenic *Phytophthora* species base on molecular sequence and morphology」, International Seminar “Phytophthora Disease” (2017.06, Gifu University)
- ・ 「*Pythium*菌の生活様式が分かると防除の視点が見えてくる」, 第4回ヘンデウム講習会 (2017.10, 高知市文化プラザかるぽーと, 高知)
- ・ 「分子系統および形態からみた*Phytophthora*属菌の新分類体系」, 平成29年度第7回植物防疫官技術研修会 (2017.11, 横浜植物防疫所, 神奈川)

### 受賞

- ・ 2017 IEEE 7th International Conference Nanomaterials, Best Poster Award  
「Development of a biosensor for selective detection of phytopathogenic *Pythiums*」

**氏名： 津田 智**

### 発表論文

1. 津田智・増井太樹（2018）九州大学北海道演習林のカラマツ林焼失地（地表火）における初期植生. 九州大学農学部演習林報告. 99, 8-12.
2. 増井太樹・澤田佳宏・津田智（2018）秋田県男鹿半島寒風山における草原植生の変化. 景観園芸研究. 19, 1-

### 学会発表

1. 増井太樹・津田智（2017）半自然草原における火入れ後の地温変動および高温が群落に及ぼす影響. 22 回植生学会（沖縄）
2. 増井太樹・津田智（2017）草原再生過程における草原性植物の侵入と種子の供給. 65 回日本生態学会（札幌）

### 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

### 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」（2017.4.29-10.31, 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）

**氏名： 村岡 裕由**

### 発表論文

1. Noh NJ., Kuribayashi M., Saitoh TM. and Muraoka H. (2017) Different responses of soil, heterotrophic and autotrophic respirations to a 4-year soil warming experiment in a cool-temperate deciduous broadleaved forest in central Japan. Agricultural and Forest Meteorology 247: 560-570

2. Kim ES., Trisurat Y., Muraoka H., Shibata H., Amoroso V., Boldgiv B., Hoshizaki K., Kassim AR., Kim YS., Nguyen HQ., Ohte N., Ong P. and Wang CP (2018) International Long-Term Ecological Research East Asia-Pacific Regional Network (ILTER-EAP): History, development and perspectives. *Ecological Research* 33: 19-34
3. Nakaoka M. and Muraoka H. (2018) [Editorial] Biodiversity and ecosystem in Asia: studies and activities of International Long-Term Ecological Research Network in East Asia and Pacific. *Ecological Research* 33: 17-18
4. Mirtl M., Borer E.T., Djukic I., Forsius M., Haubold H., Hugo W., Jourdan J., Lindenmayer D., McDowell W.H., Muraoka H., Orenstein D.E., Pauw J.C., Peterseil J., Shibata H., Wohner C., Yu X., Haase P. (2018) Genesis, goals and achievements of Long-Term Ecological Research at the global scale: A critical review of ILTER and future directions. *Science of the Total Environment* 626: 1439-1462
5. Melnikova I., Awaya Y., Saitoh T.M., Muraoka H. and Sasai T. (2018) Estimation of leaf area index in a mountain forest of central Japan with a 30-m spatial resolution based on Landsat Operational Land Imager Imagery: An application of a simple model for seasonal monitoring. *Remote Sensing*, 10: 179, doi:10.3390/rs10020179

### 書籍

1. 村岡裕由(印刷中)共立出版. 温帯林への気候変動の影響。三枝信子・柴田英昭(編) 森林と地球環境変動(分担執筆)

### 学会発表

1. 辻本克斗・加藤知道・中路達郎・小熊宏之・村岡裕之 (2017) 冷温帯林ミズナラ林冠葉における光合成機能とクロロフィル蛍光の季節変化。JpGU, ポスター (ACG47-P09), 5月, 幕張
2. 村岡裕由・三枝信子・野田響・Antonio Bombelli・Andre Obregon (2017) Forest photosynthesis from leaf to region, and from present to future: long-term and multidisciplinary research in Japan. JpGU, ポスター (AAS04-P06), 5月, 幕張
3. 酒井佑禎・加藤知道・辻本克斗・小林秀樹・奈佐原顕郎・秋津朋子・村山昌平・野田響・村岡裕由 (2017) Analysis of the relationship between the GPP and SIF from remote sensing data using theoretical model. JpGU, 口頭 (ACG47-11), 5月, 幕張
4. 加藤知道・辻本克斗・酒井佑禎・小林秀樹・奈佐原顕郎・秋津朋子・村山昌平・野田響・村岡裕由 (2017) 冷温帯落葉広葉樹林における太陽光誘起クロロフィル蛍光の層別上下方向の観測。JpGU, ポスター (ACG47-P10), 5月, 幕張
5. Muraoka H. (2017) In-Situ Long-Term and Multidisciplinary Observation Networks and Satellite Ecology Concept for Terrestrial Biodiversity and Ecosystem. International Symposium of Remote Sensing of Environment (ISRSE)-37, May, 2017 (Twane, South Africa)
6. Muraoka H. (2017) Broad and deep in observation network: lessons learned from Satellite Ecology initiative. (Session: Linking ecological observations in space and time for global understanding of environmental change), 23rd INTECOL, August 2017 (Beijing)
7. Muraoka H. (2017) Challenges in connecting EO to SDGs. (Asia-Pacific Biodiversity Observation Network working group), 10th GEOSS Asia Pacific Symposium, September, 2017 (Hanoi)
8. Muraoka H. (2017) ILTER-DEIMS and GEOSS. (Asia-Pacific Biodiversity Observation Network working group), 10th GEOSS Asia Pacific Symposium, September, 2017 (Hanoi)
9. Muraoka H. (2017) Background Information on GEO 2017-2019 Work Programme. (GEO Carbon and GHG Initiative working group), 10th GEOSS Asia Pacific Symposium, September, 2017 (Hanoi)
10. Muraoka H. (2017) Forest photosynthesis from leaf to region, and from present to future: Long-term and multidisciplinary research in Japan. LTER-France and ILTER Joint Conference., October, 2017 (Nantes, France)

11. Muraoka H., Haubold H. and Mirtl M. (2017) ILTER's role as a GEO Participating Organization. LTER-France and ILTER Joint Conference., October, 2017 (Nantes, France)
12. Muraoka H. (2017) Long-term and cross-scale observation of phenology of photosynthesis -from in-situ forest ecophysiology to Satellite Ecology-. Commemorative workshop for Professor Graham Farquhar, 2017 Kyoto Prize laureate: Modelling Plant Responses to Environmental Factors. November 17-18, 2017, The University of Tokyo (Tokyo)
13. 村山昌平・石戸谷重之・前田高尚・近藤裕昭・山本晋・三枝信子・村岡裕由（2017）飛騨高山森林観測サイトにおける大気中 CO<sub>2</sub> 濃度及び炭素収支の長期変動。日本気象学会秋季大会。10-11 月，札幌。
14. 南野亮子・南光一樹・村岡裕由・館野正樹（2018）耐風性と光合成生産から見たミズナラ日向/日陰シュート形態の機能的差異。第 65 回日本生態学会大会。3 月，札幌。
15. 村岡裕由（2018）地球観測と生態系・生物多様性フィールド研究—GEO と ILTER を例に。（自由集会：生態系機能・サービス・生物多様性の広域評価発展のためのリモートセンシング観測の役割・問題・展望—2018）。第 65 回日本生態学会大会。3 月，札幌。

### 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）
- ・学生指導等  
流域圏科学研究センター非常勤研究員，1 名  
高麗大学 BK21Plus プログラム・非常勤教授

### 社会活動

- 日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER）副代表，科学委員長，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 戦略計画推進作業部会（主査代理）
- GEO（地球観測に関する政府間会合）Programme Board メンバー

### 学協会活動

- 日本生態学会誌（和文誌）編集委員
- 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

### 発表論文

1. Melnikova, I., Awaya, Y., Saitoh, T.M., Muraoka, H., and Sasai, T. (2018) Estimation of leaf area index in a mountain forest of central Japan with a 30-m spatial resolution based on landsat operational land imager imagery: an application of a simple model for seasonal monitoring, Remote Sensing 10, 179. DOI 10.3390/rs10020179
2. Noh, N.-J., Kuribayashi, M., Saitoh, T.M., and Muraoka, H. (2017) Different responses of soil, heterotrophic and autotrophic respirations to a 4-year soil warming experiment in a cool-temperate deciduous broadleaved forest in central Japan,

Agricultural and Forest Meteorology 247, 560-570. DOI 10.1016/j.agrformet.2017.09.002

3. Ichii, K., Ueyama, M., Kondo, M., Saigusa, N., Kim, J., Alberto, M.C., Ardö, J., Euskirchen, E.S., Kang, M., Hirano, T., Joiner, J., Kobayashi, H., Marchesini, L.B., Merbold, L., Miyata, A., Saitoh, T.M., Takagi, K., Varlagin, A., Bret-Harte, M.S., Kitamura, K., Kosugi, Y., Kotani, A., Kumar, K., Li, S.-G., Machimura, T., Matsuura, Y., Mizoguchi, Y., Ohta, T., Mukherjee, S., Yanagi, Y., Yasuda, Y., Zhang, Y. and Zhao, F. (2017) New data-driven estimation of terrestrial CO<sub>2</sub> fluxes in Asia using a standardized database of eddy covariance measurements, remote sensing data, and support vector regression, *Journal of Geophysical Research Biogeosciences* 122, 767–795, DOI 10.1002/2016JG003640
4. Nagai, S., Nasahara, K.N., Yoshitake, S., and Saitoh, T.M. (2017) Seasonality of leaf litter and leaf area index data for various tree species in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest, Japan, 2005-2014, *Ecological Research* 32, 297. DOI 10.1007/s11284-017-1452-5 (Ecological Research Award 2018)

## 学会発表

1. 永井信・梶原康司・斎藤琢・吉竹晋平・本多嘉明 (2018) ドローンによる里地里山生態系の観測, 第 20 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 千葉市, 千葉大学, 2018 年 3 月 15 日 (口頭)
2. 北川雄一・水澤拓未・中田航・山口一仁・小林元・安江恒・斎藤琢 (2018) Farquhar モデルによるスギ・ヒノキの光合成の環境応答比較, 第 129 回日本森林学会大会, 高知大学, 高知市 2018 年 3 月 26 日~29 日 (口頭, G4, 講演集 p223).
3. 安立美奈子・廣田充・斎藤琢 (2018) 冷温帯二次林の土壌呼吸速度と樹液流動速度の環境応答 生態学会
4. 北川雄一・水澤拓未・中田航・安江恒・斎藤琢・小林元 (2017) TKC フラックスサイトにおける Farquhar モデルを用いたスギ針葉の光合成季節変化のモデリング, 第 3 回山岳科学学術集会, 山梨大学, 甲府市, 2017 年 12 月 6 日 (ポスター ; P-26)
5. 永井信・斎藤琢 (2017) 気候変動下における桜の開花季節が文化的な生態系サービスに及ぼす影響の評価, 第 56 回日本生気象学会大会, 早稲田大学大隈講堂小講堂, 東京都, 2017 年 10 月 26~28 日 (口頭)
6. 北川雄一・水澤拓未・中田航・安江恒・斎藤琢・小林元 (2017) TKC フラックスサイトにおける Farquhar モデルを用いたスギ針葉の光合成季節変化のモデリング, 第 7 回中部森林学会大会, 福井県地域交流プラザ, 福井市, 2017 年 10 月 21~22 日 (口頭 ; 210)
7. Saitoh T.M., Nagai S., Yasue K., Muraoka H. (2017) The different responses of carbon cycle to climate change in evergreen coniferous and deciduous broad-leaf forests in a cool-temperate region, Japan, Joint conference of AsiaFlux workshop 2017 and the 15th anniversary celebration of ChinaFlux, Beijing, China, 16-19 August, 2017 (Poster; P20)
8. Kondo M., Ichii K., Saitoh T.M., Ueyama M., Saigusa N. (2017) Toward integrated understanding of spatial variability in Asian carbon fluxes using AsiaFluxnetwork and AsiaMIP datasets, Joint conference of AsiaFlux workshop 2017 and the 15th anniversary celebration of ChinaFlux, Beijing, China, 16-19 August, 2017 (Oral)
9. 永井信・斎藤琢 (2017) インターネット上で公開されているシチズンサイエンスやアーカイブデータを利用した植物季節観測の高精度化, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 幕張メッセ, 千葉市, 2017 年 5 月 20-25 日 (口頭 ; HGG01-02)

## 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)

## 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) 会計
- ・アジアフラックス観測ネットワーク (AsiaFlux) 運営委員

## 学協会活動

- ・生態学会中部支部庶務
- ・Ecological Research 編集委員

## 受賞

・Ecological Research Award 2018 : Nagai, S., Nasahara, K.N., Yoshitake, S., and Saitoh, T.M. (2017) Seasonality of leaf litter and leaf area index data for various tree species in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest, Japan, 2005-2014, Ecological Research 32, 297.

氏名： 玉川 一郎

## 発表論文

1. Rahma Yanda, Morihito Harada, Ichiro Tamagawa (2018) Study on Double-Averaged Velocity Profiles for Rough Beds and Low-flow Conditions, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), vol.74, No.4, I\_619-I\_624.

## 学会発表

1. 玉川一郎、金澤拓人、吉田裕之、高山佳久、早川明良、気象観測による大気構造係数  $C_n^2$  評価とシンチロメータによる評価の比較 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A09, 朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
2. 吉田 裕之、高山 佳久、吉野 純、吉田 弘樹、玉川 一郎、小林 智尚、大気の大擾乱計測とレーザービームの変動に関する研究 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A05, 朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
3. 浅井 丞、小林 智尚、吉野 純、吉田 裕之、高山 佳久、衛星地上間光通信のための大気透過率推定 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A06, 朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
4. 池 康宏、早川 明良、和仁 郁雄、吉野 純、玉川 一郎、吉田 裕之、波面センサを用いた大気擾乱状態の光路分布測定 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A07, 朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
5. 吉野 純、玉川 一郎、小林 智尚、吉田 弘樹、吉田 裕之、高山 佳久、早川 明良、接地層における大気構造係数  $C_n^2$  の簡易推計と比較 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A08、朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
6. 小林 智尚、玉川 一郎、吉野 純、吉田 弘樹、吉田 裕之、高山 佳久、早川 明良、気象予報モデルによる大気構造係数  $C_n^2$  推定の試み 第 61 回宇宙科学技術連合講演会 2A10, 朱鷺メッセ（新潟）2017 年 11 月 26 日
7. Ichiro Tamagawa, For the integrated model in river basin, 第 1 回流域圏保全研究推進セミナー, 岐阜大学 2017 年 3 月 6 日～7 日

## 教育活動

### ・担当科目

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

工学部： 応用数学、気象水文学、環境セミナー、土木工学実験

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）、

岐阜大学フェア模擬講義：「風の乱れが熱と物質を運ぶ」 2017 年 12 月 16 日

博士後期課程： 1 名（うち、外国人留学生 1 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： 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
- ・平成 29 年度日本気象学会中部支部研究会(2017 年 11 月 27、28 日 岐阜大学) 開催担当

氏名： 原田 守啓

## 発表論文

1. 原田守啓, 丸谷 靖幸, 児島 利治, 松岡 大祐, 中川 友進, 川原 慎太郎, 荒木 文明(2018) アンサンブル気候変動予測データベースを用いた 洪水頻度解析による長良川流域の温暖化影響評価, 土木学会論文集 B1(水工学), vol.74, No.4, I\_181-I\_186.
2. 原田守啓, 大橋 一弘, 井上 公斗, 三輪 浩(2018) 2 粒径条件下の掃流砂輸送に関する実験的研究, 土木学会論文集 B1(水工学), vol.74, No.4, I\_1063-I\_1068.
3. Rahma Yanda, Morihiro Harada, Ichiro Tamagawa (2018) Study on Double-Averaged Velocity Profiles for Rough Beds and Low-flow Conditions, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering)*, vol.74, No.4, I\_619-I\_624.
4. Rahma Yanda, Morihiro Harada, Ichiro Tamagawa (2017) Prediction of Vertical Profile of Streamwise Velocity Using Double-Averaging Method, *E-proceedings of the 37th IAHR World Congress*, 2566-2574.
5. Morihiro Harada, Rahma Yanda, Yukio Onoda, Yuichi Kayaba (2017) Swimming Fish Habitat Evaluation Concept Focusing on Flow Characteristics around the Roughness Layer in Streams, *E-proceedings of the 37th IAHR World Congress*, 2596-2601.
6. 赤堀良介, 原田守啓, 石黒聡士, 青島正和, 中田詞也 (2017) SfM-MVS を応用した出水前後の微地形変遷の検討, 河川技術論文集, 23, 203-208.

## 学会発表

1. Shigeya Nagayama, Morihiro Harada, Shiro Sagawa and Yuichi Kayaba (2018) Responsibility of cyclic floodplain rejuvenation for strategic biodiversity conservation in Japanese lowland rivers, The 2nd International symposium of River Basin Studies (Gifu), p.41.
2. Rahma Yanda, Morihiro Harada and Ichiro Tamagawa (2018) Parameterization of two-dimensional vertical velocity distribution for shallow streams for ecological modeling, The 2nd International symposium of River Basin Studies (Gifu), p.40.
3. Morihiro Harada, Takato Arakawa and Rahma Yanda (2018) Development of the numerical simulation model aiming at direct habitat evaluation of gravel-bed rivers, The 2nd International symposium of River Basin Studies (Gifu), p.38.
4. 角田美佳, 原田守啓, アマナトゥラサヴィトリ (2018) 自然堤防帯河道における高水敷掘削後の土砂再堆積プロセス, 土木学会中部支部, 2018/3/2 (名古屋)
5. 塩澤翔平, 原田守啓 (2018) Step-Pool 形成における川幅と河岸粗度の効果, 土木学会中部支部, 2018/3/2 (名古屋)
6. Shigeya NAGAYAMA, Morihiro HARADA, Shiro SAGAWA, Yuichi KAYABA (2017) Reasonability of cyclic floodplain rejuvenation for biodiversity and flood management in Japanese lowland rivers, The 8th Asian Wetland Symposium, 7-11 November 2017, Saga, Japan
7. 原田守啓, 杉山英夫(2017) 気候変動適応に向けた岐阜の取組み (中間報告), 第 4 5 回環境システム研究論文発表会, 2017/10/21-22 (大阪)
8. 原田守啓, アマナトゥラサヴィトリ, 角田美佳 (2017) 自然堤防帯を流れる河川高水敷掘削後の土砂再堆積過程

に流域特性が与える影響, ELR2017, 2017/9/22-25（名古屋）

9. 原田守啓, 丸谷靖幸, 児島利治 (2017) アンサンブル気候変動予測データベース d4PDF を用いた長良川流域における洪水流出解析, 水文水資源学会, 2017/9/19-21（北見）
10. 児島利治, 原田守啓 (2017) 20km メッシュ d4PDF 降水データの確率水文量のバイアス補正に関する検討, 水文水資源学会, 2017/9/19-21（北見）
11. 大橋一弘, 井上公斗, 原田守啓 (2017) 混合粒径条件下における高精度な流砂量式構築のための基礎的研究, 土木学会年次学術講演会 72th, 2017/9/11-13（福岡）
12. 古里栄一, 鮎川和泰, 原田守啓, 廣瀬孝(2017) 水温成層微細構造の評価における複数水温プロファイラの比較, 土木学会年次講演会 72th, 2017/9/11-13（福岡）
13. Rahma Yanda, Morihiro Harada, Ichiro Tamagawa (2017) Prediction of Vertical Profile of Streamwise Velocity Using Double-Averaging Method, the 37th IAHR World Congress, August 13 – 18, 2017, Kuala Lumpur, Malaysia.
14. Morihiro Harada, Rahma Yanda, Yukio Onoda, Yuichi Kayaba (2017) Swimming Fish Habitat Evaluation Concept Focusing on Flow Characteristics around the Roughness Layer in Streams, the 37th IAHR World Congress, August 13 – 18, 2017, Kuala Lumpur, Malaysia.

## 教育活動

### ・担当科目

- 工学部： 土木工学実験
- 工学部： 防災セミナー
- 工学部： 河川工学
- 工学部： 工学基礎実験
- 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： 1名（うち、外国人留学生1名）
- 博士前期課程： 4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0名）
- 研究生： 0名（うち、外国人留学生0名）

### ・非常勤講師

- 名城大学理工学部非常勤講師 「自然環境再生学」

## 社会活動

- ・平成 29 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

## 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基礎水理部会委員
- ・土木学会中部支部 岐阜大学幹事

## 講演活動等

- ・「水辺の小さな自然再生にできること・期待されること」, 応用生態工学会, 応用生態工学会第 16 回北信越現地ワークショップ in 石川, 基調講演, (2017/10/20, 金沢)



- ・「多自然川づくりの展開～中小河川から直轄河川まで」, 日本技術士会中部本部岐阜県支部, 平成 29 年 11 月講演会, (2017/11/11, 岐阜)
- ・「岐阜県・岐阜大学・地域の協働による気候変動に向けた取り組み」, 岐阜土木会, 岐阜土木会平成 29 年度総会, (2017/11/18, 岐阜)
- ・2017/11/20 第 1 回岐阜の総合治水勉強会
- ・「気候変動予測情報を活用した影響評価と適応策の社会実装に向けた取り組み」, 岐阜大学工学部附属応用気象研究センター, 第 1 回応用気象シンポジウム, (2017/12/4, 岐阜)
- ・「木曾三川における中長期的な河川管理の課題」, 国土交通省中部地方整備局木曾川下流河川事務所, 木曾川下流河川事務所勉強会, (2017/12/12, 桑名)
- ・「石礫床上の掃流砂量、自然堤防帯の高水敷掘削後の土砂堆積」, 東海水工研究会, 平成 29 年度第 3 回東海水工研究会 (2017/12/14, 名古屋)
- ・「治水と河川環境保全を両立する多自然川づくり」, 平成 29 年度第 8 回ランチタイムセミナー, (2018/1/16, 岐阜)
- ・「濃尾平野の地形や気象から笠松の水害を考える」, 笠松町, 笠松町防災講演会, (2019/1/21, 笠松)
- ・「自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂堆積」, 国土交通省中部地方整備局河川局, 第 2 回中部河川維持管理技術講習会 (2018/1/31, 名古屋)
- ・「岐阜県における気候変動に向けた動きと SI-CAT との協働」, 文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム」, SI-CAT 公開シンポジウム 気候変動と社会構造の変化に適応した地域を目指して—岐阜からの提案— (2018/2/5, 岐阜)

## その他

- ・萱場祐一, 原田守啓, 手代木賢治, 藤森琢, 櫻井玄紀, 鶴田舞, 尾崎正樹 (2018) 河川における護岸ブロックの環境評価手法に関する共同研究報告書, 国立研究開発法人土木研究所 共同研究報告書第 495 号, 118pp. (2018/1)
- ・岐阜新聞 みんなで防災減災 水防災についての記事掲載 (2017/5/28)
- ・NHK 岐阜 ほっとイブニング岐阜 SI-CAT シンポジウムについてテレビ報道 (2018/2/5)

氏名： 李 富生

## 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. (掲載中)
2. 村田直樹, 青木伸浩, 本山信行, 李富生(2017), 凝集およびオゾン処理が高度に利活用された水道原水中のバイオポリマーへ与える影響, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 73, No.7, pp. 323-328.
3. 石黒泰, 藤澤智成, Yenni TRIANDA, 安福克人, 奥村信哉, 玉川貴文, 李富生(2017), ばっ気風量の変更による合併処理浄化槽の処理水質向上, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 73, No.7, pp. 53-62.
4. 村田直樹, 山口太秀, 青木伸浩, 李富生(2017), 淀川原水へのセラミック膜ろ過技術の適応研究(II), 環境システム計測制御学会誌, Vol. 22, No. 2/3, pp. 20-26.
5. 堀尾明宏, 赤羽根智加人, 安福克人, 李富生, 藤澤智成(2017), バサルト繊維による浄化槽処理水中の懸濁物質の付着能の評価, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 73, No.7, pp. 63-69.
6. Desmiarti, R., Hazni, A., Li, F. (2017), Disinfection performance against salmonella typhi in water by radio frequency inductive couple plasma system, Journal of Engineering and Technological Sciences, Volume 49, Issue 6, pp. 737-749.
7. Fu, X., Zhang, G., Chen, X., Cui, G., Li, F., Xu, D., Zhang, S. (2017), Nitrification process and its influencing factors in vermicomposting of sewage sludge, Huanjing Kexue Xuebao/Acta Scientiae Circumstantiae, Vol. 37, Issue 8, pp. 3010-

3015.

8. Haixia Du, Nobuo Harata, Fusheng Li (2018), Responses of riverbed sediment bacteria to heavy metals: Integrated evaluation based on bacterial density, activity and community structure under well-controlled sequencing batch incubation conditions, *Water Research*, Vol. 130, pp. 115-126.
9. 石黒泰, 藤澤智成, Yenni Trianda, 安福克人, 奥村信哉, 玉川貴文, Joni Aldilla Fajri, 李富生(2017), 特集・東アジアの環境研究動向, 「浄化槽の運転条件設定が処理水質に与える影響」, *環境技術*, Vol. 46, No. 8, pp. 405-409.

## 学会発表

1. Fusheng Li, Hongjie Gui, Tomonari Fujisawa, Activated carbon adsorption: several factors for consideration when applied for advanced drinking water treatment, *Proceedings of the 8th Forum on Studies of the Environmental & Public Health Issues in Asian Mega-Cities*, pp.94-109, Sep. 1-2, 2017 (Seoul, Korea).
2. Shuailei Li, Guangyu Cui, Fusheng Li, Effects of aeration time on total coliform and E. coli concentrations in excess activated sludge, *Proceedings of International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture*, pp.66-67, August 30, 2017 (Gifu).
3. Song Ran, Guangyu Cui, Huijuan Shao, Shuailei Li and Fusheng Li, Effects of thermal treatment on the release of organic matter from wastewater sludge, *Proceedings of International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture*, pp.66-67, August 30, 2017 (Gifu).
4. Guangyu Cui, Manami Mori, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li, Malodor emission of activated sludge from municipal wastewater treatment process after inoculation with sludge from a slaughtering house wastewater treatment facility, *Proceedings of International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture*, pp.66-67, August 30, 2017 (Gifu).
5. Wenjiao Li, Tsutomu Sakakibara, Atsushi Umeda, Taro Tsuge and Fusheng Li, Leaching behaviors of arsenic during temporary storage of tunnel spoil: evaluation based on column test, *Proceedings of International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture*, pp.66-67, August 30, 2017 (Gifu).
6. Guangyu Cui, Shuailei Li, Kiyotaka Niwa, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Toshiro Yamada, Fusheng Li, Changes of fluoroquinolone resistance genes, integrase gene and microbial community in vermicomposting of municipal sludge, *The 2nd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being*, 8-9 March 2018 (Gifu).
7. Ran Song, Fusheng Li, Fluorescence EEM descriptions of DOM from sewage sludge after combined thermal and oxidation treatment, *The 2nd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being*, 8-9 March 2018 (Gifu).
8. Huijuan Shao, Shiori Kondoh, Yongfen Wei, Fusheng Li, Effects of different low-cost additives on inhibiting cesium transfer from contaminated soil to Napier grass, *The 2nd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being*, 8-9 March 2018 (Gifu).
9. Wenjiao Li, Yoshiro Ito, Fusheng Li, Effect of excess activated sludge on vermicomposting of fruit and vegetable wastes, *The 2nd International Symposium of River Basin Studies – Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being*, 8-9 March 2018 (Gifu).
10. Aldilla Fajri, Fujisawa, T., Trianda, Y., Ishiguro, Y., Cui, G., Li, F., Yamada, T., Effect of Aeration Rates on Removals of Organic Carbon and Nitrogen in Small Onsite Wastewater Treatment System (Johkasou), Volume 147, 22 January 2018, Article number 04008. (3rd International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment, SIBE 2017; Institut Teknologi Bandung - Indonesia Bandung; Indonesia; 26 September 2017 through 27 September 2017; Code 133912.) (7 Pages).
11. Desmiarti, R., Hazmi, A., Martynis, M., Sutopo, U.M., Li, F., Behavior of microorganisms in drinking water treatment by

- inductively coupled plasma system: Case study in ground water (Conference Paper), Volume 1931, 9 February 2018, Article number 030012. 3rd International Conference on Industrial Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering, ICIMECE 2017; UNS InnSurakarta; Indonesia; 13 September 2017 through 14 September 2017; Code 134320.
12. Reni Desmiarti, Yoji Morishita, Tomonari Fujisawa, Yasushi Ishiguro, Toshiro Yamada and Fusheng Li, Characteristics of Nanoparticles in Drinking Water Treatment using Biological Activated Carbon, MATEC Web Conf., Volume 156, 2018. The 24th Regional Symposium on Chemical Engineering (RSCE 2017).
  13. 鈴木千貴, 山田俊郎, 加藤真允, 李富生, 浄水汚泥間隙水の水質とその汚泥管理状態による影響, 第 54 回環境工学研究フォーラム講演集, p. 12, 2017 (岐阜).
  14. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Effects of low-cost additives on cesium accumulation in Napiergrass grown on contaminated soils, 第 54 回環境工学研究フォーラム講演集, p. 29, 2017 (岐阜).
  15. Guangyu Cui, Manami Moro, Ran Son, Wenjiao Li, Shuilei Li, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li, Dynamics of malodor emission and microbial community of activated sludge inoculated with sludge from slaughter house wastewater treatment plant, 第 54 回環境工学研究フォーラム講演集, p. 19, 2017 (岐阜).
  16. Wenjiao Li, Yoshiro Ito, Fusheng Li, Effect of excess activated sludge on vermicomposting of fruit and vegetable wastes, 日本水環境学会中部支部研究発表会, 2017 (金沢).
  17. Shuailei Li, Guangyu Cui, Fusheng Li, Effect of the density of earthworms on the abundance of pathogenic bacteria in vermicomposting treatment of sewage sludge, 日本水環境学会中部支部研究発表会, 2017 (金沢).
  18. Huijuan Shao, Shiori Kondoh, Yongfen Wei, Fusheng Li, Effects of additives on the behavior of cesium in the soil-plant system, 日本水環境学会中部支部研究発表会, 2017 (金沢).
  19. 丸山宏樹, 藤澤智成, 李富生, 粒状活性炭吸着処理における処理水中ナノ粒子と微生物の挙動, 日本水環境学会中部支部研究発表会, 2017 (金沢).
  20. Maulana Yusup Rosadi, Yukitaka Suzuki, Toshiro Yamada, Eri Inukai, Fusheng Li, Characterization of Organic Matters in Filtrate Water of Drinking Water Treatment Sludge, 土木学会中部支部平成 26 年度研究発表会講演概要集, pp. 529-530, 2018.

## 教育活動

### ・担当科目

全学共通教育： 中国語Ⅱ

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, 環境セミナー, 社会基盤工学概論

工学研究科： 水質制御工学, 環境リスク論, 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 4 科目,

特論 3 科目, 演習 3 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）

### ・指導学生

博士後期課程： 3 名（うち, 外国人留学生 1 名）

博士前期課程： 5 名（うち, 外国人留学生 4 名）

学部卒業研究： 4 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
- ・中国蘭州交通大学兼職教授

### 学協会活動

- ・日本水環境学会中部支部理事
- ・中国水処理化学会理事
- ・第 54 回環境工学研究フォーラム実行委員長
- ・英語誌 Water-Energy Nexus 編集委員

### 受賞

- ・平成 29 年 11 月 9 日 第 29 回環境システム計測制御学会研究発表奨励賞

受賞対象論文：淀川原水へのセラミック膜ろ過技術の適応研究（Ⅱ）

論文著者：村田直樹，山口太秀，青木伸浩，李富生

**氏名： 廣岡 佳弥子**

### 総説・論説

1. 廣岡佳弥子，市橋修，微生物燃料電池を用いた廃水からの発電およびリンの回収，分離技術，47(4)，18-23，(2017)

### 学会発表

1. 佐藤拓未，廣岡佳弥子，市橋修，竹口竜弥，微生物燃料電池におけるカソード触媒としてのランタン化合物の利用可能性，第 48 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会，（岐阜），2017.
2. 本山亜友里，市橋修，廣岡佳弥子，一槽型微生物燃料電池におけるアンモニア揮散説の検証，第 54 回環境工学研究フォーラム，（岐阜），2017.
3. 廣岡佳弥子，市橋修，超低電圧型電解窒素除去における共存有機物の影響，第 54 回環境工学研究フォーラム，（岐阜），2017.
4. 廣岡佳弥子，市橋修，微生物燃料電池における窒素除去の高度化のための二段階処理法の開発，第 52 回水環境学会年会，（北海道），2018.

### 教育活動

- ・担当科目

工学部：土木工学実験Ⅰ（環境工学分野実験）

工学部：環境セミナー

自然科学研究科：アジア水処理技術特論（環境リーダー）

自然科学研究科：先端環境科学特論

- ・指導学生

博士後期課程： 1 名（うち，外国人留学生 0 名）

博士前期課程： 2 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

- ・「微生物が電気をつくる～次世代型廃水処理への挑戦～」, 岐阜大学出前講座 (2017.7.15, 旧早野邸セミナーハウス, 岐阜).
- ・「微生物燃料電池～ 生物学的廃水処理と燃料電池の融合～」, 第 48 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会, (2017.11.11, 岐阜大学, 岐阜).
- ・ランチョンセミナー「水環境分野で働く女性たち」話題提供, 第 52 回水環境学会年会, (2018.3.15, 北海道大学, 北海道).

## その他

- ・(主催兼講師)「微生物燃料電池セミナー 2017～基礎からわかる微生物燃料電池～」(講演講師兼任), (2017.08.21, 岐阜)
- ・(出前講義) 三重県立伊勢高校 SSH 対象学生 2017 年 7 月 28 日
- ・(テレビ報道) 微生物燃料電池による省エネ型廃水 (テレビ東京)「発電する微生物で省エネ排水システム」2017 年 8 月 9 日
- ・(新聞寄稿) 研究室から大学はいま (岐阜新聞コラム)「微生物使い廃水浄化」2017 年 4 月 18 日

氏名： 栗屋 善雄

## 発表論文

1. Yoshio Awaya, Tomoaki Takahashi (2017) Evaluating the Differences in Modeling Biophysical Attributes between Deciduous Broadleaved and Evergreen Conifer Forests Using Low-Density Small-Footprint LiDAR Data. *Remote Sensing*, 9(5):12pp. (doi:10.3390/rs9060572)
2. 栗屋善雄, 亀田智恵, 後藤誠二郎, 宮坂聡, 宇野女草太(2017) 高密度航空レーザーデータと 2つの樹冠形パラメータを利用したスギとヒノキの分類. *森林計画誌*, 51(1):1-9.
3. Irina Melnikova, Yoshio Awaya, Taku M. Saitoh, Hiroyuki Muraoka, Takahiro Sasai(2018) Estimation of Leaf Area Index in a Mountain Forest of Central Japan with a 30-m Spatial Resolution Based on Landsat Operational Land Imager Imagery: An Application of a Simple Model for Seasonal Monitoring. *Remote Sensing*, 10(179):24pp. (doi:10.3390/rs10020179)

## 学会発表

1. 栗屋善雄 (2017) 航空レーザーデータによる森林の材積推定モデルの汎用性の検討. 日本リモートセンシング学会日本リモートセンシング学会 第 63 回 (平成 29 年度秋季) 学術講演会論文集, 63(3):277-278.
2. Yoshio Awaya (2017) Monitoring Leaf-Out of Deciduous Forest using NDVI of TERRA/MODIS between 2000 and 2011 over Gifu Prefecture, Japan. *International Symposium on Remote Sensing 2017 (62nd Spring Meeting of RSSJ)*. 584-587.
3. 栗屋善雄, 日置欽昭, 川口晋平 (2018) 航空レーザーデータによる材積推定式の互換性: 岐阜県郡上市と高山市の事例. 第 129 回日本森林学会大会学術講演集, 129:214.

## 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  
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
- ・非常勤講師

三重大学生物資源学部 「特別講義 Application of remote sensing for forest management」

### 社会活動

- ・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
- ・(財) 宇宙システム開発利用推進機構 次世代地球観測衛星利用委員会 委員
- ・日本森林技術協会（林野庁） ARD 委員会 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

### 学協会活動

- ・日本リモートセンシング学会 会長
- ・森林 GIS フォーラム 会長
- ・システム農学会 理事
- ・森林計画学会 地域理事
- ・日本地球惑星科学連合 学協会委員

### 講演活動等

- ・栗屋善雄 平成 29 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 29 年 10 月 2 日～10 月 6 日.

氏名： 児島 利治

### 発表論文

1. 原田守啓, 丸谷靖幸, 児島利治, 松岡大裕, 中川友進, 川原慎太郎, 荒木文明 (2018) アンサンブル気候変動予測データベースを用いた洪水頻度解析による長良川流域の温暖化影響評価, 水工学論文集, Vol. 62, I\_181-186.

### 学会発表

1. 原田守啓, 丸谷靖幸, 児島利治 (2017) アンサンブル気候変動予測データベース d4PDF を用いた長良川流域における洪水流出解析, 水文水資源学会 2017 年度研究発表会要旨集, pp. 126-127, 2017 年 9 月 (北見)
2. 児島利治, 原田守啓 (2017) 20km メッシュ d4PDF 降水データの確率水文学量のバイアス補正に関する検討, 水文水資源学会 2017 年度研究発表会要旨集, pp. 132-133 (北見)
3. 坂口絢香, 大橋慶介, 児島利治, 篠田成郎 (2018) 扇状地河川の礫床砂州における地下水流動の観測, 平成 25 年度土木学会中部支部研究発表会講演要旨集, II-36, 2018 年 3 月 (名古屋)

### 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： 3 名 (うち, 外国人留学生 0 名)

・非常勤講師

南山大学総合政策学部非常勤講師 「空間分析法 I」

## 社会活動

- ・岐阜市環境審議会委員
- ・岐阜市環境審議会環境基本計画評価部会長
- ・岐阜市環境審議会環境基本計画検討部会長
- ・岐阜市環境活動顕彰選考委員会委員長

## 講演活動等

・「平成 29 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, (2017.09.08, 2018.02.09, 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・LE QUANG DUC : シナリオ地震動予測地図の特異値分解によるモード分解と地震動分布のシミュレーション, 日本地震工学会論文集, 第 18 巻, 第 2 号, 2018, pp.2\_95-2\_114. doi.org/10.5610/jaee.18.2\_95
2. 能島暢呂・久世益充 : KL 展開による地震動の経時特性のモード分解と合成, 日本地震工学会論文集 第 17 巻, 第 6 号, 2017, pp.5\_21-5\_37. doi.org/10.5610/jaee.17.5\_21
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 第 17 巻, 第 2 号, 2017, pp.2\_128-2\_141. doi.org/10.5610/jaee.17.2\_128
4. 久世益充・能島暢呂・高島拓也 : 地震動経時特性の特徴抽出と自己組織化マップによる評価, 土木学会論文集 A1S, Vol.73, No.4, 2017, pp.I\_558-I\_567. doi.org/10.2208/jscejsecc.73.I\_558

## 総説・論説

なし

## 学会発表

1. 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, 第 37 回地震工学研究発表会講演論文集, C12-1161, 2017.10.
2. 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, 第 37 回地震工学研究発表会講演論文集, C12-1166, 2017.10.
3. 久世益充・能島暢呂 : 混合正規分布モデルを用いた熊本地震の走時分析, 第 36 回日本自然災害学会学術講演会, pp.39-40, 2017.9.
4. LE QUANG DUC・能島暢呂・久世益充 : シナリオ地震動予測地図の特異値分解による地震動分布のばらつきと空間相関の評価, 第 36 回日本自然災害学会学術講演会, pp.159-160, 2017.9.
5. 能島暢呂・LE QUANG DUC・久世益充 : シナリオ地震動予測地図のばらつきと空間相関を反映した地震動分布シミュレーション, 第 36 回日本自然災害学会学術講演会, pp.191-192, 2017.9.
6. 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 2011 年東北地方太平洋沖地震の走時分析, 地域安全学会梗概集 No.40, C-10, pp.147-151, 2017.6.
7. 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解析, 地域安全学会梗概集 No.40, C-4, pp.135-137, 2017.6.
8. 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, 平成 29 年度

土木学会第 72 回年次学術講演会, I-387, pp.773-774, 2017.9.

9. 能島暢呂・久世益充: KL 展開による地震動の経時特性のモード解析, 平成 29 年度土木学会第 72 回年次学術講演会, I-388, pp.775-776, 2017.9.

## 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

工学研究科: 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: 3 名 (うち, 外国人留学生 0 名)

研究生: 0 名 (うち, 外国人留学生 0 名)

### ・非常勤講師

なし

## 社会活動

### 学協会活動

- ・土木学会 地震工学委員会 委員
- ・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地震被害と備え」, レスキューストックヤード, 各務原市防災ひとつづくり講座(各務原市), 2017.10.22.

氏名: 小山 真紀

### 発表論文

1. Saki YOTSUI, Maki KOYAMA and Junji KIYONO (2017) Fatality Model for Tsunami Disaster: a Case Study from the 2011 Great East Japan Tsunami and the 2004 Indian Ocean Tsunami, Proceedings of 4th Asian Conference on Urban Disaster Reduction.
2. Mayumi SAKAMOTO and Maki KOYAMA (2017) Challenges to Establishing a Compact Community Disaster Management System, Proceedings of 4th Asian Conference on Urban Disaster Reduction.
3. Maki KOYAMA, Akiyoshi TAKAGI, Nobuoto NOJIMA, and Harumichi MURAOKA (2017) A Prototype Education Program to Foster Talented People Who Take Actions at their own Initiative for Regional Disaster Prevention, Proceedings of 4th Asian Conference on Urban Disaster Reduction.

### 総説・論説

1. 小山真紀 (2017) 人あるところに災害あり—災害と共に暮らす—, 月刊なごや 2017 年 9 月号, p.14.

### 学会発表

1. 小山真紀・高木朗義・能島暢呂・村岡治道 (2017) 官学協働の地域防災人材育成プログラムにおける育成人材設



定と評価について. 第 24 回大学教育研究フォーラム（京都）

2. Maki Koyama, Ryohei Fujise, Nobuoto Nojima, Akiyoshi Takagi (2017) A Prototype Education Program for Local Disaster Risk, The 2nd of International symposium of river basin studies – (Gifu)
3. 小山 真紀・高木 朗義・能島 暢呂・村岡 治道 (2017) 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の開発, 地域安全学会梗概集, No.41, pp.59-62.
4. 村上 ひとみ・高田 和幸・小山 真紀・菱川 恵加 (2017) 津波避難に備える地域の街路ブロック塀調査 —愛知県田原市の事例—, 地域安全学会梗概集, No.41, pp.199-202.
5. 小山真紀・岩井慶次・能島暢呂・村岡治道・高木朗義 (2017) 防災計画研究発表会（京都）
6. 小山真紀・青木俊樹 (2017) 岩手日報社インタビューにもとづく東日本大震災における避難意思決定の課題, 土木学会第 72 回年次学術講演会（福岡）
7. 山内政輝・秦吉弥・鉢田泰子・小山真紀 (2017) 新潟県粟島および山口県見島を対象とした想定地震時における津波避難困難時, 土木学会第 72 回年次学術講演会（福岡）
8. 相原征代・小山真紀・船越高樹・大崎友記子・吉岡剛彦 (2017) 「結婚をめぐる生きづらさ」を『生きづらさ学』的に分析してみる — 生きづらさ学における「評価モデル」確立の試み —, 日本国際文化学会第 16 回全国大会（宮崎）

## 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

工学部： 初年次セミナー, 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

### ・指導学生

学部卒業研究： 3名

### ・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

・羽島市 羽島市消防審議会

## 学協会活動

・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

・風水害・土砂災害時の活動～事前対策こそ防災対策～, 木津川市消防団図上訓練, (2017.05.13, 木津川市役所, 木津川市)

・避難所気づきゲーム, kokoka 訓練 2017, (2017.06.17, 京都市国際交流会館, 京都市)

・居心地のいい避難所って?, 池田町タウンミーティング, (2017.06.22, 池田町中央公民館, 池田町)

・地域の災害の危険性を確認して命を守る行動につなげよう, 上之郷小学校 風水害・土砂災害図上訓練, (2017.07.24, 上郷小学校, 御嵩町)

・避難所生活の事例に学ぶ, わたしの場合どうなるか・どうできるか, 女性防火クラブ運営協議会指導者研修会, (2017.08.22, 日本まん真ん中センター, 郡上市)

- ・地域の災害の危険性を確認して命を守る行動につなげよう，上之郷小学校 風水害・土砂災害図上訓練，（2017.09.03，上郷小学校，御嵩町）
- ・クロスロード，輪之内町防災養成講座，（2017.09.10，輪之内町民センター，輪之内町）
- ・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，（2017.09.24，海津総合福祉会館ひまわり，海津市）
- ・災害時における避難所の現状と課題，正家区防災訓練，（2017.10.01，正家公民館，恵那市）
- ・大規模地震時に備えて～何が起きるか どうするのか～，岐阜県中農地区保健部会講習会，（2017.10.24，加茂農林高校，美濃加茂市）
- ・熊本地震の救助活動から～警察署員の救助活動～，講演会，（2017.10.25，岐阜北警察署，岐阜市）
- ・被災後の暮らし，震災記念堂 記念講演会，（2017.10.28，震災記念堂，岐阜市）
- ・避難所運営協議会をつくりませんか？，関市総合防災訓練，（2017.10.29，津保川中学校，関市）
- ・地域の災害の危険性を確認して命を守る行動につなげよう，地域防災力向上講座，（2017.11.04，宇治田原町文化センター，宇治田原町）
- ・ドキュメント避難所，岐阜大学防災シンポジウム，（2017.11.08，東美濃ふれあいセンター，中津川市）
- ・クロスロード，大垣市防災リーダースキルアップ講座，（2017.11.18，大垣市情報工房，大垣市）
- ・岐阜大学の防災力の現状について，岐阜大学防災訓練 防災シンポジウム，（2017.11.29，岐阜大学，岐阜市）
- ・女性が防災リーダーとして幅広く活躍するための環境整備について，女性等多様な視点での防災対策意見交換会，（2017.11.30，京都平安ホテル，京都市）
- ・向日市で予想される地震及び大地震時の自主防災組織の役割について，地域防災力向上講座，（2017.12.09，向日市寺戸公民館，向日市）
- ・「日々の暮らしが被害を決める」～災害時に起きる状況を通じて日々の暮らしを見直そう，下呂市タウンミーティング，（2017.12.15，下呂交流会感，下呂市）
- ・地震時に私の身に起きること～災害を知り，対策に繋げよう～，平成 29 年度笠原校区教育講演会，（2017.12.16，笠原中央公民館アザレアホール，多治見市）
- ・京都府への長期避難・移住者に関する実態調査，311 県外避難者について考えよう 東海地域避難者支援連絡会，（2018.01.21，みんなの手，京都市）
- ・パネルディスカッション，SI-CAT シンポジウム：気候変動と社会構造の変化に適応した地域を目指してー岐阜からの提案，（2018.02.05，大垣市情報工房，大垣市）
- ・地区防災計画，大垣市防災リーダースキルアップ講座，（2018.02.11，木津川市役所，木津川市）
- ・災害を知り対策に繋げよう，城陽市地域防災力向上講座，（2018.02.25，城陽市消防本部，城陽市）
- ・地震時に私の身に起きること～災害を知り，対策に繋げよう～，地域防災力向上講座，（2017.02.25，精華町消防本部，精華町）

## その他

- ・事例に学ぶ災害対策講座，gacco，[https://lms.gacco.org/courses/course-v1:gacco+ga090+2017\\_12/about](https://lms.gacco.org/courses/course-v1:gacco+ga090+2017_12/about)，（2018.03.14 開講）

## 報道等

- ・地元リーダーら意見盛んに，城南新報，2018.03.01
- ・わっち アフタヌーンアワー，13:35～，FM わっち，2018.01.29
- ・災害気象情報に応じた対策を，洛南タイムス，2017.11.07
- ・濃尾地震の犠牲者悼む 発生から 126 年 記念堂で法要講演，岐阜新聞，2017.10.29
- ・震災救助、住民と連携を 岐阜大・小山教授 岐阜北署で講演，岐阜新聞，2017.10.28
- ・濃尾地震 126 年で 28 日に追悼法要 岐阜市の「震災記念堂」，岐阜新聞，2017.10.25
- ・姉川氾濫「切り通し」の教訓共有を，京都新聞，2017.09.13

- ・九州視察,県と岐阜大が報告会 豪雨避難「早期判断を」 減災地域の実例紹介, 岐阜新聞, 2017.09.07
- ・「お茶の間ステーション 2 時 6 時」 17:40～, りふチャンネルラジオ, 2017.09.04
- ・「お茶の間ステーション 2 時 6 時」 17:40～, りふチャンネルラジオ, 2017.08.28
- ・研究室から大学はいま: 災害での「人の被害」減らす, 岐阜新聞, 2017.07.04
- ・避難所運営で意見交換, 岐阜新聞, 2017.06.24
- ・熊本地震で警察の救助活動分析 小山准教授に感謝状 減災研究の経験生かす, 岐阜新聞, 2017.06.05
- ・岐阜大・小山准教授 警察庁から感謝状 熊本地震での救助活動研究, 中日新聞, 2017.06.03
- ・みんなで防災・減災: 人材育成から連携の輪創出, 岐阜大学, 2017.04.30

**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 (Accepted: 05 September 2017 掲載中)

### 学会発表

1. Yenni Trianda, Tomonari Fujisawa, Yasushi Ishiguro, Katsuhito Yasufuku, Yongfen Wei, and Fusheng Li, Composition, origin and diversity of the bacterial community in the Johkasou, International Symposium of River Basin Studies - Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being -, 2017 (Gifu).
2. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Sorption capacity of different additives for immobilization of cesium distributed in forest soil, International Symposium of River Basin Studies - Towards the Interdisciplinary Study for Sustainable Basin Environment and Human Well-being -, 2017 (Gifu).
3. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Sorption and distribution of cesium on different additives applied to contaminated soils, Proceedings of International Symposium on Soil Management for Sustainable Agricultural, pp. 148-149, 2017 (Gifu).
4. Huijuan Shao, Yongfen Wei, Fusheng Li, Effects of low-cost additives on cesium accumulation in Napiergrass grown on contaminated soils, 第 54 回環境工学研究フォーラム講演集, p. 29, 2017, 岐阜.
5. Huijuan Shao, Shiori Kondoh, Yongfen Wei, Fusheng Li, Effects of additives on the behavior of cesium in the soil-plant system, 日本水環境学会中部支部研究発表会, 2017, 金沢.

### 参考教材編集（流域水環境リーダー育成プログラム関連）

1. Social and cultural aspects of basin water environmental issues, Gifu University Rearing Program for Basin Water Environmental Leaders (2017).

### 教育活動

#### ・担当科目

全学共通教育: 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:

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, 地域環境文化特論, 地球環境文化特論, 地球環境セミナーⅡ, 水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, インターンシップ, 物質動態計測特論, 水資源工学特論

工学研究科: 地球環境文化特論

#### ・指導学生

博士後期課程: 1 名 (うち, 外国人留学生 1 名)

・非常勤講師

中国蘭州交通大学兼職教授

学協会活動

- ・ UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session, International Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture 2017, 実行委員（岐阜）
- ・ 第 3 回環境工学フォーラム, 実行委員（岐阜）

**氏名：石黒 泰**

### 発表論文

1. Noriyuki Miyake, Hirofumi Nagai, Shinro Kato, Masashi Matsusaki, Shiro Fukuta, Reiko Takahashi, Ryoji Suzuki, Yasushi Ishiguro (2017) Practical method combining loop-mediated isothermal amplification and bait trap to detect *Pythium helicoides* from hydroponic culture solutions, *Journal of General Plant Pathology*, 83: 1-6
2. 石黒泰, 藤澤智成, Yenni TRIANDA, 安福克人, 奥村信哉, 玉川貴文, 李富生 (2017) ばつ気風量の変更による合併処理浄化槽の処理水質向上, *土木学会論文集 G (環境)*, 73: III\_53-III\_62
3. Tharangika Ranatunga, Takeo Onishi, Ken Hiramatsu, Yasushi Ishiguro (2018) Redox distribution profiles of flooded paddy soils with microbial fuel cell applications, *International Journal of GEOMATE*, 14: 52-59
4. Joni Aldilla Fajri1, Tomonari Fujisawa, Yenni Trianda, Yasushi Ishiguro, Guangyu Cui, Fusheng Li, Toshiro Yamada (2018) Effect of aeration rates on removals of organic carbon and nitrogen in small Onsite wastewater treatment system (Johkasou), *MATEC Web of Conferences* 147, 04008
5. Wenzhuo Feng, Akira Nukaya, Mamoru Satou, Naoko Fukuta, Yasushi Ishiguro, Haruhisa Suga and Koji Kageyama (2018) Use of LAMP detection to identify potential contamination sources of plant pathogenic *Pythium* species in hydroponic culture systems of tomato and eustoma, *Plant Disease*, DOI 10.1094/PDIS-10-17-1679-RE
6. Reni Desmiarti1, Yoji Morishita, Tomonari Fujisawa, Yasushi Ishiguro, Toshiro Yamada, Fusheng Li (2018) Characteristics of nanoparticles in drinking water treatment using biological activated carbon, *MATEC Web of Conferences* 156, 03039
7. Tharangika Ranatunga, Ken Hiramatsu, Takeo Onishi, Yasushi Ishiguro (2018) The process of denitrification in flooded rice soils: A review, *Reviews in Agricultural Sciences*, 6: 21- 33

### 総説・論説

1. 石黒泰, Yenni TRIANDA, 藤澤智成, 安福克人, 奥村信哉, 玉川貴文, Joni Aldilla FAJRI, 李富生 (2017) 浄化槽の運転条件が処理水質に与える影響 (特集 東アジアの環境研究動向：大阪市・ソウル特別市・北京市の研究者の協働を例として), *環境技術* 46: 405 - 409

### 学会発表

1. Guangyu Cui, Manami Mori, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li (2017) Malodor emission of activated sludge from municipal wastewater treatment process after inoculation with sludge from a slaughtering house wastewater treatment facility, UGSAS-GU & BWEL Joint Poster Session on Agricultural and Basin Water Environmental Sciences of Symposium on Soil Management for Sustainable Agriculture 2017
2. Guangyu Cui, Manami Mori, Ran Song, Wenjiao Li, Shuailei Li, Yasushi Ishiguro, Fusheng Li (2017) Dynamics of malodor emission and microbial community of activated sludge inoculated with sludge from slaughter house wastewater treatment plant, 第 54 回環境工学研究フォーラム
3. Guangyu Cui, Shuailei Li, Kiyotaka Niwa, Yasushi Ishiguro, Yongfen Wei, Toshiro Yamada, Fusheng Li (2018) Changes of fluoroquinolone resistance genes, integrase gene and microbial community in vermicomposting of municipal sludge, The 2nd

of International symposium of river basin studies

4. 藤澤智成, 丸山宏樹, 石黒泰, 李富生 (2018) 生物活性炭浄水処理過程における処理水中の細菌及び溶存物質の組成変化, 日本水環境学会年会講演集, 52: 335.

### 教育活動

・担当科目

流域水環境リーダー育成プログラム：地域環境文化特論, 地球環境文化特論, 地球環境セミナーⅡ, 環境リーダー育成特別演習, 環境ソリューション特別演習Ⅰ, 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. 笠間基, 駒井克昭, 丸谷靖幸, 佐藤辰哉, 釧路川流域が親潮沿岸域に供給する溶存炭素量の将来予測に向けて, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.4, pp.133-138, 2018.
2. 原田守啓, 丸谷靖幸, 児島利治, 松岡大祐, 中川友進, 川原慎太郎, 荒木文明, アンサンブル気候変動予測データベースを用いた洪水頻度解析による長良川流域の温暖化影響評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.4, pp.181-186, 2018.

### 学会発表

1. 丸谷靖幸, 駒井克昭, 笠間基, 信山直紀, 佐藤辰哉：生態系評価に向けた流域圏における長期アンサンブルによる溶存有機炭素 (DOC) 流出量の将来予測, 第 65 回日本生態学会大会, 2018. (札幌)
2. 丸谷靖幸, 駒井克昭, 笠間基, 信山直紀, 佐藤辰哉：生態系評価に向けた流域圏における溶存有機炭素 (DOC) 流出量の将来予測-釧路川流域を対象として-, JaLTER Open Science Meeting, 2017. (松江)
3. 丸谷靖幸, 渡部哲史, 気候変動影響評価に向けた再解析データのローカルスケールへの適用手法の検討, 第 30 回 (2017 年) 水文・水資源学会総会研究発表会, 2017. (北見)
4. Yasuyuki Maruya and Satoshi Watanabe, Climate change impact assessment using pseudo observational data based on reanalysis data, The 2nd of International symposium of river basin studies -towards the interdisciplinary study for sustainable basin environment and human well-being-, 2018. (岐阜)

### 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

1. 田中智大, 渡部哲史, 丸谷靖幸, 小槻峻司, 萬和明, 水文・水資源学会有志による学会意識アンケートの結果を通じた若手・中堅世代の学会に対する認識について, 水文・水資源学会誌, Vol.30, No.4, pp.245-259, 2017.
2. 渡部哲史, 田中智大, 丸谷靖幸, 峠嘉哉, 木村匡臣, 田上雅浩, 木下陽平, 林義晃, 池内寛明, 山田真史, 吉田奈津妃, 佐々木織江, 神谷秀明, WACCA meeting 06 会議報告「水関連研究の現状と課題」, 水文・水資源学会誌, Vol.30, No.4, pp.260-265, 2017.
3. 丸谷靖幸, シリーズ「発想のたまご」流域圏研究の統合化に向けて-新たな学問分野「流域圏保全学」の提唱-, 水文・水資源学会誌, Vol.30, No.4, pp.266-267, 2017.

### (3) 外国人研究員・非常勤研究員実績

#### 平成 29 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	華南理工大学環境及び能源 学院・教授 ウェイ チャオメイ 韦 朝海 中国	生物学的汚 水処理にお けるエネル ギー消費量 低下を目的 としたばっ 気送風量制 御手法の提 案	平成 29 年 1 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日	活性汚泥法は都市污水及び 様々な工業廃水を処理する最 も伝統的な方法であるが、反応 槽に必要な溶存酸素濃度を保 つために連続的に曝気を行う ための電力消費が処理場全体 のエネルギー消費量に占める 割合が大きい。本研究では、ば っ気によるエネルギー消費量 の低下に適した送風量制御手 法を提案するため、実験とモデ ル解析を通じて、反応槽に高濃 度で存在し、有機物を酸化分解 する好気性微生物の濃度と活 性、有機物分解速度、酸素消費 速度、酸素の溶解速度の関係式 を構築し、それに基づいた操作 運転条件の提案を試みた。得ら れた成果の一部は「化工進展」 学術誌に論文として投稿し、一 部は国際誌「Science of the Total Environment」に投稿す る論文として整理している。

## 平成 29 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
Ediwina Zainal	平成 29 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日	飛騨川水系の小山地集水域における長期水文データと森林の成長を考慮した流出モデルを用いて、森林小集水域における流況の経年変化が、森林が成長することによる水収支の変化に対応していることを示した。また、大八賀川流域における昭和 63 年から平成 25 年までの水文観測データのデータベース化を実施し、大八賀川流域の林相の変化に伴う流況の変化に関する研究を実施した。さらに、長良川扇状地における地下水位、水質計測を実施し、長良川から長良川扇状地地下水帯への漏水量の推定、濃尾平野の地下水涵養量の評価に関する研究の進展に寄与した。
南野 亮子	平成 29 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日	植物の成長と環境との関係の解明は、炭素資源の獲得と利用・蓄積を通じた植物の適応戦略の理解という生態学的課題のみならず、森林における炭素循環プロセスの中で炭素が蓄積されるメカニズムの理解において重要な課題である。南野さんは、樹木シュートの三次元構造の適応的意義を光獲得・光合成生産と力学的支持機能の 2 つの側面から検証し、葉群構造が樹冠内の異なる風環境に対して異なる力学的強さを持ちつつ、樹冠内の不均一な光環境に応じて光獲得と光合成生産の効率を維持していることを明らかにした。植物の環境適応能力は森林内の樹種構成に作用し、森林生態系の機能に大きく影響する。そのため、当センターの植生生理生態研究分野が取り組んでいる流域圏スケールでの森林生態系の環境応答や変動の解明・予測の研究において、南野さんの研究成果は有用な知見である。

## （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、老朽化が進んだ庁舎内照明が LED 電灯へと改修され、環境向上とともに古い照明による漏電等の危険性が下がった。庁舎玄関には自動体外式除細動器（AED）が設置され、不測の事態にも備えた。庁舎内トイレが温水洗浄便座に改修され、冬季でも快適な利用が可能となった。研究サイト内の老朽化した仮設トイレが更新され、野外調査の支援体制も強化された。また、研究サイトに既設の研究内容を紹介する看板の内容を現在のものに修正して新たな看板へと更新した。サイト訪問者が研究内容を理解する一助となるだけでなく、周辺の地域住民等への情報提供としても役立つことが期待される。

本年度 9 月には庁舎裏側より空き巣が侵入する被害が発生した。盗難による被害は微々たるものであったが、再発を防止するために機械警備システムの見直しおよび人感センサの追加、防犯ガラスへの改修等を行った。また、夏季には庁舎周辺でのツキノワグマの目撃・遭遇が頻発し、研究サイトではハチに刺される被害も発生したため、利用者に対して危険生物に対する注意喚起を強化するとともに、緊急時の対応について点検した。

### 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
- ・ 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
- ・ 筑波大学：冬季気象観測機器の保守管理補助

#### 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ア）、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474（人・日）の利用があり、これは前年度の値（580人・日）に比べると約18%減であった（表1）。しかし利用者の実数は、昨年度127人に対して今年度は129人とほとんど変化していなかった。この傾向は昨年度に見られたものと同じであり、利用者そのものが減ったというよりは、日帰りでの利用や短期間での利用にシフトしたと考えられる。その背景には、集中的な調査・観測を行う研究者や学生が減っていることだけでなく、観測機器の進歩やインターネット回線を用いた遠隔からの監視・操作などが可能となったことが挙げられる。

表 1. 平成 29 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				
			実数	のべ数	若手 <small>(≤35)</small>		若手以外		実数	のべ数	実数	のべ数	実数	のべ数	実数		
岐阜大学 センター	20	208	7	55	1	8	1	2	3	68	4	66	4	9	8	68	
(内、女性数)	8	131	1	1	1	8	1	2	2	62	3	58	0	0	2	62	
岐阜大学 センター以外	31	73	3	14	0	0	0	0	16	30	7	19	5	10	7	13	
(内、女性数)	9	17	0	0	0	0	0	0	6	11	2	4	1	2	4	7	
国立大学	29	62	9	19	1	4	0	0	14	32	5	7	0	0	6	13	
(内、女性数)	8	13	0	0	0	0	0	0	5	10	3	3	0	0	3	6	
公立大学	5	10	1	2	0	0	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0	
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
私立大学	7	13	1	2	0	0	0	0	4	8	2	3	0	0	0	0	
(内、女性数)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	
公的研究機関	20	72	0	0	0	0	17	56	0	0	0	0	3	16	0	0	
(内、女性数)	2	5	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
民間機関	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	
外国機関	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	5	
(内、女性数)	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	
その他	13	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	31	0	0	
(内、女性数)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>合計</b>	<b>129</b>	<b>474</b>	<b>21</b>	<b>92</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>58</b>	<b>37</b>	<b>138</b>	<b>22</b>	<b>103</b>	<b>29</b>	<b>71</b>	<b>25</b>	<b>99</b>	
(内、女性数)	30	171	1	1	1	8	3	7	13	83	9	67	3	5	11	78	

本年度は全体的に利用数が少ない月が多かったが、特に5,7月に多く、1-2月に少なかった（図1）。また、冬季かつ年度末である3月にも夏季に匹敵する利用が見られた。本年度の利用者が多かった月は、主に不定期に試験地を利用する大人数のグループによるものであった。一方、冬季にも利用していた利用者は一年を通じて定期的に試験地に訪れる利用者であった。例年の傾向と同様に、実際の利用者数の約8割は学外者であり（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。一方で、のべ利用数の内訳ではセンター関係者の比重が4割以上と大きくなっており（図2右）、センター関係者の活発な教育・研究活動が伺えた。

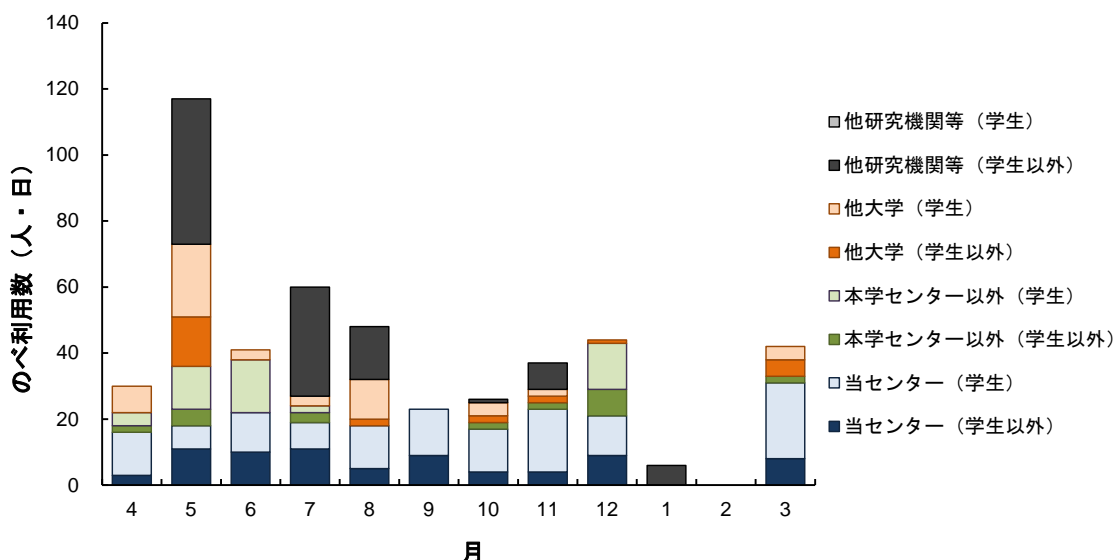


図 1. 高山試験地の月別利用者数（のべ数）の推移と所属内訳

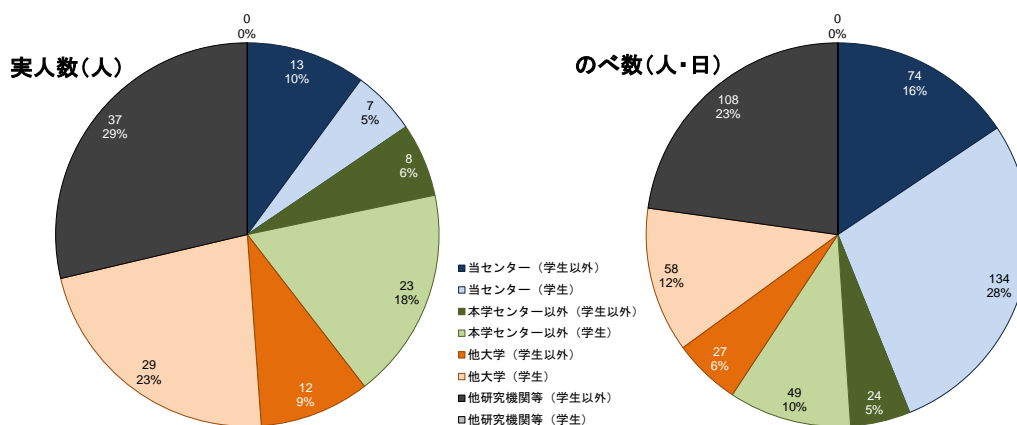


図 2. 高山試験地利用者の内訳

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、東京農工大、滋賀県立大、早稲田大
- （公的機関）産総研、環境研、森林総研、岐阜県森林研究所
- （外国機関）Mendel University（チェコ共和国）、アリスホルトロッジ森林研究所（イギリス）

#### 4. 今後の課題

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庁舎内設備・施設の一層の充実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。

また、一昨年度より運用している高山試験地利用規則や、利用申請書および利用料徴収に関するルールについて、利用者、現地スタッフ、柳戸事務スタッフの3者にとってより合理的で適切な方法について、検討・模索していきたい。