

第11号

岐阜大学

---

流域圏

平成24年度 年次報告

科学研究センター報告

2013年3月

岐阜大学流域圏科学研究センター

## ご挨拶

### 「流域圏科学研究センターの活躍」



学術研究・情報・国際戦略担当  
理事 小宮山 章

岐阜大学・流域圏科学研究センターは、1966年の農学部附属「山地開発研究施設」に起源を持ち、学問分野で農学と工学の知識を融合させ、1993年の「流域環境研究センター」という名称を経て現在の形態に至った組織である。私も、三十年前に山地開発研究施設の助手として岐阜大学に赴任した。当時の姿から想像できないほど、現在は先進的な研究が行われている。

平成24年度に行われた研究プロジェクトのうち、主なものに「地球環境再生プログラム」、「日中韓フォーサイト事業」、「最先端・次世代研究開発プログラム」がある。これらは一部「21世紀COE衛星生態学創成拠点」の歴史を継承しながら、まさに農学と工学の融合のもとに、自然と人間の関係を修復する学術的な基盤を与えようとしている。教育プログラムでも「流域水環境リーダー育成プログラム」を当センターの教員が牽引して、東南アジアはじめ周辺国の留学生を中心に、これから我々人類が直面する水利用の問題を軽減すべくリーダー養成を行っている。また、地震や地震災害に備えて社会的な提言を活発に行っている。

今年3月の「流域圏科学研究センター報告会」では、三部門（植生資源、水系安全、流域情報）の成果発表に続いて、中部山岳の自然に関する地球環境再生プログラム、水環境リーダー育成プログラムなどの発表が続いた。はじめてポスター発表も実施され、大学院生も含めてセンターの活動状況を詳しく知ることができた。その内容は、環境や生物資源、防災に関する研究で、この流域圏科学研究センターは、岐阜大学が標榜する環境科学を背負うひとつの中心をなしている。

私は、このセンターが基礎科学と応用科学の二面性を共有することが大切であると考えている。科学は、一般に、最新情報を伝えることを基本とする。それはそれで正しい。しかし、もしこの作業だけを単純に繰り返すと、その実行者は科学の文脈をくぐらず、残す結果は単なる技術と化してしまう。部厚い科学性を持つセンターとして、今後の発展を期待する。

# 平成24年度 流域圏科学研究センター 年報

## 目次

ご挨拶 学術研究・情報・国際戦略担当 理事 小宮山 章

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1. 平成24年度流域圏科学研究センター組織    | 1   |
| 2. 平成24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拠点形成事業 | 3   |
| (2) 日中韓フォーサイト事業           | 7   |
| (3) 地球環境再生プログラム           | 9   |
| (4) 第11回流域圏科学研究センター年次報告会  | 13  |
| 3. 平成24年度研究成果と研究活動        | 23  |
| (1) 教員の研究概要               | 23  |
| (2) 教員の研究活動・社会活動          | 77  |
| (3) 外国人研究員・非常勤研究員実績       | 109 |
| (4) 高山試験地報告               | 111 |
| 4. 平成24年度研究経費等            | 113 |
| (1) 研究経費内訳                | 113 |
| (2) 科学研究費補助金              | 115 |
| (3) 共同研究                  | 117 |
| (4) 受託研究                  | 119 |
| (5) 奨学寄附金                 | 120 |
| (6) 国際交流事業                | 121 |
| (7) 科学技術戦略推進費補助金          | 123 |
| (8) 大学間連携事業               | 124 |
| (9) 先端研究助成基金助成金           | 125 |
| ＜付属資料＞                    |     |
| マスメディア等における教員の活動紹介        | 127 |

センター組織表

H24年度

| 部門                      | 研究分野                | 教授    | 准教授   | 助教             | 助手      | 外国人客員教授                 | 国内客員教授                        | 兼任教員  | 非常勤研究員 | 産官学連携研究員 | 学術研究補佐員        | 特定研究補佐員     | 特別協力研究員                              | 事務職員           | 事務補佐員<br>技術補佐員                  |
|-------------------------|---------------------|-------|-------|----------------|---------|-------------------------|-------------------------------|-------|--------|----------|----------------|-------------|--------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| 植生資源研究部門                | 植生機能                | 大塚 俊之 |       |                | 吉竹晋平    |                         |                               |       |        |          | 飯村 康夫<br>吉竹 彩子 | 飯村 康夫       |                                      |                |                                 |
|                         | 植生管理                | 景山 幸二 | 津田 智  |                |         |                         |                               |       | 石黒 泰   |          |                |             | 李 明珠                                 |                | 大坪佳代子                           |
|                         | 植生生理生態              | 村岡 裕由 |       |                |         | 孫 堯丸<br>(H25.1.1-12.31) |                               |       |        |          | 栗林 正俊          | 齋藤 魯<br>南 賑 |                                      |                |                                 |
|                         | 植生景観                |       |       |                |         |                         | 三枝 信子<br>(（株）国立環境研究所)         |       |        |          |                |             |                                      |                |                                 |
| 水系安全研究部門                | 水系動態                | 藤田裕一郎 | 玉川 一郎 |                |         |                         |                               |       |        |          |                |             | 原田 守啓                                |                |                                 |
|                         | 水質安全                | 李 富生  | 廣岡佳弥子 |                |         |                         | 渡辺 昇<br>(（財）産学連携管理<br>技術センター) | 山田 俊郎 | 李 文瀚   |          |                | 市橋 修        |                                      |                |                                 |
|                         | 水系安全国際<br>(外国人客員1名) |       |       |                |         | 馮 春華<br>(H24.4.1-12.31) |                               |       |        |          |                |             |                                      |                |                                 |
| 流域情報研究部門                | 人間活動情報              | 栗屋 善雄 | 児島 利治 |                |         |                         |                               | 篠田 成郎 |        | 後藤誠二郎    |                | 福田 夏子       | Hasan, Muhammed<br>Abdulrah<br>鈴木 貴幸 |                | 河合 洋人                           |
|                         | 地盤安全診断              | 杉戸 真太 | 沢田 和秀 |                |         |                         |                               | 能島 暢呂 |        |          |                |             |                                      |                | 篠田真央<br>富樫奏太                    |
|                         | 流域 GIS              |       |       | 久世 益充          |         |                         | 芝山 道郎<br>(鹿児島大学)              |       |        |          |                |             |                                      |                |                                 |
| 流域水環境リーダー<br>育成プログラム推進室 |                     |       | 魏 永芬  | 吉山 浩平<br>川口 倫由 |         |                         |                               |       |        |          |                |             |                                      |                | 杖田百香里<br>永田 倫子<br>石神貴美子         |
|                         | 事務室                 |       |       |                |         |                         |                               |       |        |          |                |             |                                      | 奥村 典子<br>若井 仁美 | 米田 多江<br>川瀬恵美子<br>末崎 裕美<br>能島 香 |
| 高山試験地                   |                     |       |       |                | (吉竹 晋平) |                         |                               |       |        |          | (吉竹 彩子)        |             |                                      |                | 車戸 保則<br>宮本 二                   |





# 岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム報告 -事業概要報告-

所 属：プログラム推進室

氏 名：李 富生, 魏 永芬, 吉山 浩平, 川口 倫由, 杖田 百香里, 永田 倫子, 石神 貴美子

共同実施者：廣岡 佳弥子（流域圏科学研究センター）、大西 健夫（応用生物科学部）

## 1. はじめに

本事業は、発展途上国が直面する水質・水資源・農業灌漑用水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するものである。今年度では、前年度（平成23年度）に続き、学内外関係部門と連携・協力しながら、第2期、第3期及び第4期の育成対象学生（修士と博士の両課程）の育成、第5期育成対象者の募集・選定、カリキュラムにある新設科目の実施、情報発信などの育成事業に関わる様々な活動に従事してきた。その主なものについて以下のように報告する。

## 2. 育成候補者及び対象者の受け入れ

### 1) 育成対象候補者：

・アジア地域の国々の協力大学及び機関から推薦を受けた応募者から、プログラム選定委員会を開き図1(a)に示す国別の11名を第5期の修士課程の育成対象候補者として選定し、2012年の10月に研究生の身分で受け入れた。2013年の2月の選定委員会で大学院入試試験の結果に基づき、11名を育成対象者として選定した。修士課程に進学する留学生1名・日本人9名、及び博士課程に進学する留学生4名・日本人1名の計26名を併せて第5期の育成対象者として選定した。

### 2) 育成対象者：

・第4期の育成対象者として29名を受け入れた。その内19名（日本人学生6名、留学生13名）は修士課程（1年生）の育成対象者であり、留学生の13名は大学院入試試験に合格した育成対象候補者であった。残りの10名（日本人1名、留学生9名）は博士課程（1年生）の育成対象者である。第3期の育成対象者（2年生）は32名おり、その内26名（日本人学生11名、留学生15名）が修士課程（2年生）、6名（留学生のみ）が博士課程（2年生）の育成対象者である。第2期の育成者として5名の博士課程（3年生）の留学生がいる。新しく受け入れた第4期を加えると今年度の育成人数は、図1(b)のように9カ国から計66名（修士課程45名、博士課程21名）となる。

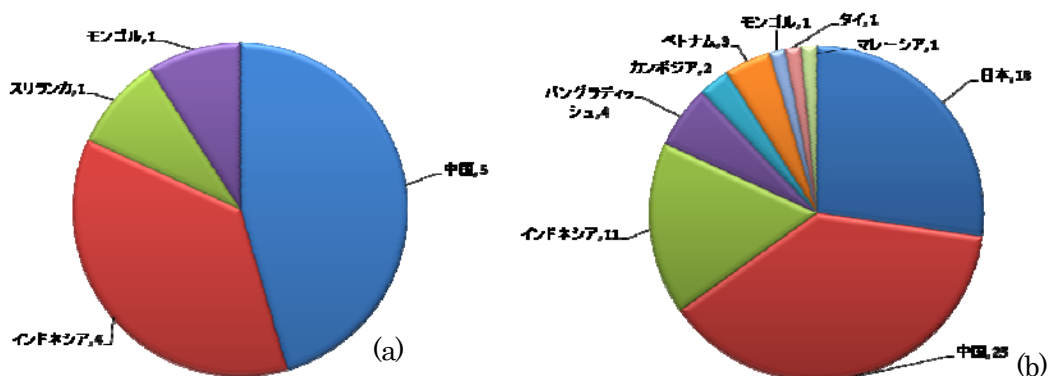


図1 第5期の留学生の育成対象候補者(a), 及び第2期、第3期及び第4期の育成対象者(b)

### 3. 教育

#### 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以下の新設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、1単位）：

途上国の水環境問題を解決するための技術提案能力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、学生の理解促進に努めた。

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| リモートセンシング水環境計測学特論 | (通年、6回開講、毎回2コマ分、1コマ90分) |
| アジア水環境動態評価特論      | (通年、6回開講、毎回2コマ分、1コマ90分) |
| アジア水処理技術特論        | (通年、6回開講、毎回2コマ分、1コマ90分) |

##### ・環境リーダー育成特別演習（後学期、1単位）

今年度は、流域水環境に密に関連する資源回収と自然エネルギーに関する2大課題を設けて実施した。学生が、これらの課題に関連する行政または企業を直接訪問し、これらの課題の意義を理解し、立案にあたっての有効な考え方、方法及び運用、並びに効果の評価の仕方を習得することを目的としている。推進室教員は、現地の担当責任者と講義の計画・実施について協議し、その後のグループ討論と成果発表について指導した。

##### ・共同セミナー（隔週・金曜日午後15:00～17:00、15回実施）

学生交流の促進と幅広い知識基盤の形成を図ることを目的とし、共同セミナーの課題として流域水環境に関わる9大課題を提案した。学生を2班に分けて、1回につき2～3名の学生による英語発表と総合討論からなる英語によるセミナーを実施した。

#### 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以下の新設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）

途上国の水環境問題の事例に対する分析・調査・討議を通して、問題の発生背景に対する適切な診断と具体的な解決策提示のあり方を修得することを目的とし、上述の資源回収と自然エネルギーに関する2大課題について推進室教員の指導の下、リーダーシップを発揮してグループをまとめ、グループ討論及び成果発表を行った。

##### ・環境ソリューション特別演習Ⅱ（前学期、1単位）

論文・報告書の執筆要領、プレゼンテーション方法の演習、模擬講義及び出前講義を通じて学術的スキルおよびコミュニケーションスキルの向上を目的とし、D2学生6名を対象に、模擬講義「乾燥地における水利用とそれに伴う環境問題」及び「The Roles of Microorganisms on Environment」の準備と実践、評価レポートの作成の指導を行った。

### 4. 学外研修（2単位）及び現場環境学習

流域水環境分野の最前線で活躍している国内外の連携企業や行政の実務者と管理者の指導を受けて研修し、それらを通して、流域水環境分野の現場の知識と経験を身に付け、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ことを目的として、今年度は、以下の学外研修と現場環境学習を受け入れ先と企画し、現場の指導者と協力して実施した。

### 1) 国内研修：

- ・9月10～14日に14名の留学生育成対象者に向けて(財)岐阜県環境管理技術センターにおける学外研修を行い、浄化槽などの維持管理、水質試験などについて体験・学習した(図2)。



図2 浄化槽見学

### 2) 国外研修：

- ・9月15～24日に6名の修士1年、2年生及び博士1年の日本人育成対象者、及び1名の博士1年生の留学生育成対象者に向けてインドネシアにおける学外研修を行い、当地の文化に触れるとともに、インドネシアにおける排水処理プロセス、水処理システムの計画・運営について学習した(図3)。



図3 全体集合写真

### 3) 現場環境学習：

- ・6月8日に環境教育推進の重要性を理解させるため、NPOと小学校で共同企画した育成対象学生と小学生との合同野外環境学習を各務原市の水辺共生体験館で実施し、人工河川での生物調査など、実際に肌に触れる形で体験・学習した。
- ・7月21日と10月20日にコミュニケーション能力とリーダーシップの養成に寄与する取り組みとして、環境リーダー学生が習得した知識を活用し、愛知県立知立東高等学校の環境調査を行っている高校生に対するセミナーと調査分析指導を実施した(図4)。
- ・7月29日～8月2日に横浜国立大学環境情報研究院リスク共生型環境再生リーダー育成プログラムが主催した東日本大震災後の復興プログラムに参加し、被災地について様々な調査を行った。
- ・8月9日にNPOと共同で「水を知りたいなセミナー」を開催し、小学生に対して環境リーダーの学生が、自国の水の状況、水道水ができる仕組み、下水の浄化方法を説明し、水の浄化実験を一緒に行った。



図4 分析指導風景

## 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関して、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てきた。主なものを以下に記す。

- ・5月18日に実施した横浜国立大学・岐阜大学・静岡大学共同シンポジウム「学生達の将来の夢と希望：キャリアパス実現の道」に参加し、留学生10名が発表した。
- ・9月2日に岐阜大学講堂にて、財団法人岐阜県環境管理技術センターと第3回みず環境ワークショップを共催した(図5)。NPO関係の約70団体、次世代を担う高校生、岐阜高専教員、環境リーダーの学生と関係教員、合計で約150人が参加し、活発な意見交換・交流を行った。



- ・11月30日に第4回岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラム国際シンポジウムを第3回静岡大学・横浜国大・岐阜大学合同シンポジウムと合わせて開催し(図6), 国内外の3名の先生による基調講演, 3大学の環境リーダー学生による研究成果発表, 国際ネットワークと国際連携をテーマとした3大学の環境リーダー学生によるパネルディスカッション, 及び留学生支援団体による報告が行われた。続く2日間(12月1日と2日)に, 参加希望者に対し, 高山市にて水環境に係る歴史, 文化などの施設研修も実施された。
- ・3月11日に, 「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」が開催され, 推進室教員及び留学生19名が参加した。



図5 学生による発表



図6 シンポジウム写真 (a)全体写真 (b)パネルディスカッション

## 6. 情報発信

本育成プログラムの概要や取り組みなどについて, ワークショップの共催, ホームページ, ニュースレターの発行, 新聞掲載などにより情報発信を積極的に行った。主なものは以下の通りである。

- ・6月8日の各務原市の水辺共生体験館での実地研修が6月9日の岐阜新聞の朝刊に掲載された。
- ・9月2日に「みず環境ワークショップ」を岐阜大学において共同開催したことが, 9月3日の中日新聞の朝刊に掲載された。
- ・HP(<http://www.green.gifu-u.ac.jp/BWEL/>)にて情報公開中
- ・2012年10月にニュースレター8号(和文英文併記)を発行した。
- ・2013年3月にニュースレター9号(和文英文併記)を発行した。

## 7. 育成対象者による受賞

- ・2012年11月30日に開催された環境リーダー育成プログラム国際シンポジウムにて2名が優秀発表賞を受賞した。
- ・2012年10月13-15日に福岡で開催されたThe 3th International Conference on Environmental Aspects of Bangladeshにおいて, 修士2年生1名がBest Paper Awardを受賞した。
- ・2012年12月7-10日に東京で開催されたThe 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conferenceにおいて, 博士3年生1名が優秀ポスター賞を受賞した。

## (2) 日中韓フォーサイト事業

### 「東アジア陸上生態系炭素動態—気候変動の相互作用解明を目指した研究教育拠点の構築」活動報告（平成 24 年 4 月～24 年 7 月）

大塚 俊之（日本側拠点代表者，流域圏科学研究センター・教授）

Son Yowhan（韓国側拠点代表者，高麗大学・環境生態工学部・教授）

Fang Jingyun（中国側拠点代表者，北京大学・環境科学部・教授）

#### 研究交流事業の背景と目標

日中韓フォーサイト事業とは，日本，中国，韓国の3ヶ国が共通の研究教育課題について協働体制を構築し，研究推進と次世代育成の拠点を東アジア地域に形成するための研究交流プログラムである。本計画では，アジア地域でも最も精力的に炭素循環研究に取り組み，実績を上げている各国の研究グループが連携し，①植物や土壌の炭素循環プロセス研究，②CO<sub>2</sub>フラックス観測，③衛星リモートセンシングによる土地利用・生態系分布調査，④生態系—気象シミュレーションモデルを用いた総合的な生態系研究の推進と，⑤今後の長期的な環境研究を担う若手研究者の養成を目的としてきた。

日中韓3カ国の構成グループはそれぞれに異なる研究アプローチを得意としており，本事業のセミナーや研究サイトでのレクチャーを通じて，土壌呼吸観測，微気象—生態学知見の相互解釈とメタ解析，衛星リモートセンシングの地上検証，森林成長モデル，炭素循環・収支モデル，などの研究手法の共有を図ることができた。これらの研究アプローチの成果として，①現在の森林や草原や炭素の大きな吸収源であるが，植生密度や植物種組成，林齢の違いにより吸収能力が異なることの解明，②森林の1年あたりの炭素吸収量の年変動は大きく，森林樹木の葉量や光合成能の季節性の年変動が大きな影響をもたらすことの検証，③森林や草原の光合成生産力の時間的変動を高精度に検出するためには統一的手法が必要であることの確認，④国土ならびに東アジアスケールでの炭素収支プロセスは植生タイプや気候帯の影響を受けて地理的に大きく異なることの解明，⑤将来の気候変動は樹木の光合成可能期間の延長による炭素吸収量の増加と生態系呼吸の増加を招くことのモデル解析知見，⑥今後の気候変動は炭素吸収と放出の両方の生態学的プロセスに複雑な変化をもたらすため，様々な植生タイプや林齢での長期的な生態学的調査，ならびに野外温暖化実験等による解析的研究を，リモートセンシングやモデルと組み合わせて推進することが重要であることの示唆，などが得られた。

これらの研究成果は日本グループだけでも40本以上の原著論文（事業名記載論文はこのうち約30本）や160件以上の国内外学会発表に至っており，3件の学術ジャーナル特集号も出版でき（2010年 Journal of Plant Research, 2010年 Science China, 2012年 Forest Science and Technology），現在も1件を準備中である（Journal of Plant Ecology）。

この日中韓フォーサイト事業は森林炭素循環研究のスーパーサイトである『高山サイト』を拠点としており，岐阜大学21世紀COEプログラム「衛星生態学創生拠点」やその後の複数の研究プロジェクトとも連携しながら推進されてきたことも特徴的である（新たな地球観測衛星 GCOM-C のアルゴリズム開発研究（JAXA），地球環境再生プログラム（岐阜大学，筑波大学，信州大学による大学間連携事業），最先端・次世代研究開発支援プログラム（岐阜大学），環境省環境研究総合推進費，各人の科研費など）。多くの先端的な研究プロジェクトの参画者とともに本事業を推進できたことが，上述の研究成果輩出に繋がっている。

下記にこれまで5年間の総括を報告する。

### ○若手研究者の養成

本事業が主として開催したセミナーでは360件以上の研究成果発表があった。これらの研究交流は、本事業に参画するシニアや若手研究者、大学院生に加えて、事業参画メンバーそれぞれが牽引する関連分野の研究プロジェクトへの参画者との間でも行われ、研究手法や知見に関する情報交換のみならず、若手研究者や大学院生が当該分野の最先端課題や成果に触れる貴重な機会となった。

若手研究者や大学院生の研究教育を主たる目的として、短期的な相互派遣や研究サイトの見学会、研究手法のトレーニングを目的とした合同実習等の機会を多く確保してきた。大学院生による相手グループの訪問期間中には、研究紹介セミナーやサイト見学による交流に加えて、生態系シミュレーションモデルによる解析手法の習得を実現し、その一部は上記の研究成果にも繋がった。

### ○日中韓における継続的な研究教育拠点の構築

本事業への参画機関の主たる研究グループを中心として、陸上生態系の炭素循環機構と収支の解明を課題とした生態学的研究や衛星リモートセンシング、モデリングに関する研究協力体制が強化された。特に、日本と中国の間ではチベット草原を中心に東アジア草原の炭素蓄積機能の解明と、炭素・物質循環と生物多様性の関係とその地理的分布の解明を主たる共通課題とした体制が組み立てられた。また日本と韓国の間では森林生態系の光合成および土壌呼吸プロセスの高精度な観測とモデル化、森林キャノピーの光合成生産力の近接・衛星リモートセンシングを主たる共通課題とした連携体制が組み立てられた。さらに3か国共通の新たな研究課題として、草原や森林の炭素循環プロセスに対する野外温暖化実験が立ち上がった。今後も、これらの研究課題の遂行のために協力関係を継続する予定である。

研究教育拠点の確立のためには大学院での教育課程への参画が必要となるが、大学レベルでの教育体制やカリキュラム編成が関わる問題でもあるため、現時点では実現していない。しかし、韓国高麗大学で大学院を修了した若手研究者を岐阜大学にてポスドク研究員として雇用したり、双方のセミナーでのシニア研究者による研究知見の提供、および大学院生の研究アドバイスを相互に行うなど、研究教育拠点として実質的な活動を始めている。

### ○社会への還元

本事業への参画メンバーは、大学フェアや市民向け講演会などで研究成果を広く配信する機会を持ってきた。これらの場では先端的な研究に基づいた詳細な知見提供という意味では難しい面もあるが、当該研究分野の背景と意義、取り組みに関する情報を広く提供することは重要である。

関連学界や研究ネットワークへの知見やデータ提供、大学院教育への反映も、先端的な研究活動を推進するグループの重要な活動である。本事業の参画者は、日本生態学会や日本植物学会、東アジア生態学会連合、国際植生学会、EcoSummitなどの国内外での学会大会においてシンポジウム（兼、日中韓フォーサイトセミナー）を開催し、研究活動や知見の紹介に努めてきた。また、国際的な研究ネットワークであるAsiaFlux（二酸化炭素フラックス観測ネットワーク）、ILTER（国際長期生態学研究ネットワーク）、AP-BON（生物多様性観測ネットワーク）などに対して、CO<sub>2</sub>フラックス観測等のデータ提供、ならびに、気候変動下での生態系・生物多様性観測に関する現状と課題、今後の展望に関する知見提供を続けてきた。

平成19年夏に本事業を開始して以来5年以上にわたり、実に多くの方々の参加ならびに協力により、これまでのどの研究プロジェクトとも性質を異にする「交流プログラム」が実施された。若手研究者や大学院生の今後の活躍に、本交流プログラムでの経験が活かされることが期待される。

（文責：村岡裕由 日本側拠点副代表）

## 中部山岳地域の環境変動の解明から環境資源再生をめざす大学間連携事業 -地球環境再生プログラム-

平成22年4月～平成27年3月

特別経費（プロジェクト分【新規事業】）所要額調  
（大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実）

岐阜大学（流域圏科学研究センター）、筑波大学（陸域環境研究センター・  
菅平高原実験センター・農林技術センター）、信州大学（山岳科学総合研究所）

### 概要

気候変動が早期に検出できる中部山岳地域を対象として、気候変動の監視・復元・予測、水循環・物質循環・炭素循環及び生態系の変動解明とその将来予測を行い、地域空間スケールにおける温暖化適応・緩和策、生物多様性の保全策、防災対策に係わる総合研究を推進する。

本事業の目的は、地球規模で明らかになった温暖化現象が地域空間スケールの環境変動に及ぼす影響を、気候変動、水循環・物質循環変動、炭素循環変動、生態系変動の観点から解明・予測し、地域に居住する人々が実感できる空間スケールにおける温暖化適応・緩和策、生物多様性保全策、防災対策を提言し、学術研究の充実効果による環境資源再生に貢献することである。

### 中部山岳地域環境変動研究機構・24年度運営委員会委員

機構長 岐阜大学流域圏科学研究センター・大塚俊之

栗屋善雄、大塚俊之、村岡裕由、景山幸二（岐阜大学流域圏科学研究センター）

鈴木啓助、中村寛志、花里孝幸、公文富士夫、加藤正人、鈴木智之、朝日克彦

（信州大学山岳科学総合研究所）

瀧川具弘、松岡憲知、田中正、沼田治、田中健太、廣田充（筑波大学）

### 研究グループ構成

気候変動研究グループ（全14名）

グループ長：公文富士夫、副グループ長：上野健一

[岐大メンバー]村岡裕由、玉川一郎、児島利治、斎藤琢、栗林正俊、Nam Jin Noh

炭素循環変動研究グループ（全14名）

グループ長：栗屋善雄、副グループ長：大塚俊之

[岐大メンバー]栗屋善雄、景山幸二、小見山章、大塚俊之、石田仁、吉竹晋平、  
飯村康夫、河合洋人

水循環・物質循環変動研究グループ（全28名）

グループ長：松岡憲知、副グループ長：今泉文寿

[岐大メンバー]藤田裕一郎、李富生、沢田和秀、山田俊郎、魏永芬、川口倫由、  
大西建夫、千家正照

生態系変動研究グループ（全27名）

グループ長：中村寛志、副グループ長：田中健太

[岐大メンバー]津田智



## 1. 全体計画

本事業では、中部山岳地域に展開する3大学の観測ステーションを拠点化し、気候変動の監視・復元・予測、水循環・物質循環・炭素循環の変動解明とその将来予測、生態系の変動解明とその将来予測を行い、水資源・生物資源・森林資源・農業資源への影響、下流域や地域人間社会への影響を明らかにし、気候変動に伴う温暖化適応・緩和策、生物多様性の保全策、防災対策に係わる総合研究を実施する。また、本事業を通じて、地球温暖化観測と地球環境再生に係わる学術研究の充実を図る。

岐阜大学（流域圏科学研究センター）では、気候変動に対する生態系変動の解明、適応・緩和策、防災対策に関する分野を担当し、以下について実施する。

- 1) 気象観測による気候変動の監視・予測
- 2) 山岳地域森林生態系の炭素吸収量の変動調査と将来予測
- 3) 流域圏の水質管理のための変動調査と将来予測
- 4) 流域圏の土砂・土壌環境管理のための変動調査と将来予測

## 2. 平成24年度に実施した事業内容

昨年度までに、3大学が中部山岳地域に有する8つの観測ステーション（志賀高原、菅平、八ヶ岳、井川、諏訪湖、乗鞍、高山、西駒）を中心に、本事業を実施するための拠点化を行った。本年度は観測や解析を継続しながら、各テーマについて次のような事業を推した。特に岐阜大学では

- 1) 森林生態系周辺の気象・水文観測データを基にして、生態系—気象相互作用系解析研究に供するための流域スケールのシミュレーションモデルの開発を進めた。
- 2) 森林調査サイトにおける地上観測データとリモートセンシングデータの相互検証にもとづいて、流域スケールでの森林の炭素吸収能力を推定する「衛星生態学モデル」を改良した。
- 3) 植生—土壌—河川水系を通じた物質循環と、流域レベルでの物質移動を推定するためのモデルの開発に着手した。
- 4) 現地観測データと衛星観測や地形データとの照合に基づいて、流域レベルでの山岳地域の土砂流出量推定モデルの開発に着手した。

## 3. 平成24年度に実施した研究集会等

- 4月20日 中部山岳地域環境変動研究機構運営委員会（信州大学）
- 5月20-25日 日本地球惑星科学連合2012年大会  
セッション「中部山岳地域の自然環境変動」（幕張メッセ）
- 9月2-3日 大規模崩壊地「赤崩」の現地観察会とミニ研究集会  
（筑波大学井川演習林）
- 9月15-16日 フィールドミーティング（筑波大学八ヶ岳演習林）
- 10月13-14日 中部森林学会大会（信州大学農学部）
- 12月13日 中部山岳地域環境変動研究機構運営委員会（高山市民文化会館）
- 12月13-14日 大学間連携事業2012年度年次研究報告会（高山市、岐阜大学主催）
- 12月14日 中部山岳地域環境変動研究機構・一般講演会  
「私たちの山が教えてくれること-変わりゆく中部山岳の長期モニタリングから-」  
（飛騨・世界生活文化センター・飛騨芸術堂）
- 3月7日 第60回日本生態学会大会 シンポジウム開催（静岡）

## 4. 他大学と連携した活動状況の一例

## 大学間連携事業を通じた中部山岳地域における落葉広葉樹林生態系の土壌炭素研究

土壌には大気の約2倍、地上部バイオマスの約3~4倍の炭素が主に有機物(固体)として蓄積している(図1)。そのため、今後この膨大な土壌炭素プールが現在深刻化している地球温暖化等の環境変動に伴ってどのように応答するのか?に大きな注目が集まっている。中部山岳地域も特に1980年代以降、温暖化の影響が顕在化しつつある。土壌炭素は平均滞留時間の異なる様々なプールから構成されていることが明らかとなっており、数時間~数日という比較的短時間のものから数百年~数千年というかなり長期間のものまで混在している。このような土壌中での滞留時間の違いが土壌炭素あるいは周辺環境の何によって決まっているのかを理解することは、温暖化等の環境変動に対する土壌炭素の応答についても多くを理解するカギとなるが、現在のところその詳細は不明である。

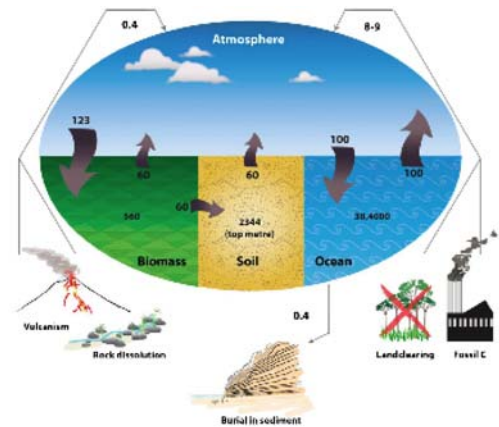


図1. 地上部バイオマス-土壌-海洋の炭素循環の概念図 (Stockmann et al. 2013)

### ① 土壌炭素の質的特性と安定性の関係

我々は比較的難分解性であると考えられている炭化物様炭素が多く含まれている筑波大学菅平高原実験センター内の異なる植生下土壌3地点(ススキ草地、アカマツ林地、落葉広葉樹林地)から土壌炭素を採取し、土壌炭素の質と安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ )の関係を詳細に解析することで、土壌炭素の質的側面と土壌中での安定性の関係について調べた。その結果、土壌炭素は分子サイズが比較的小さいほど芳香族炭素成分(縮合系)に富み、 $\delta^{13}\text{C}$ 値および $\delta^{15}\text{N}$ 値が共に低い結果を得た。この結果は土壌炭素が芳香族炭素成分(縮合系)に卓越しているほど土壌中での微生物分解を逃れ残存しやすいことを強く示唆した(図2)

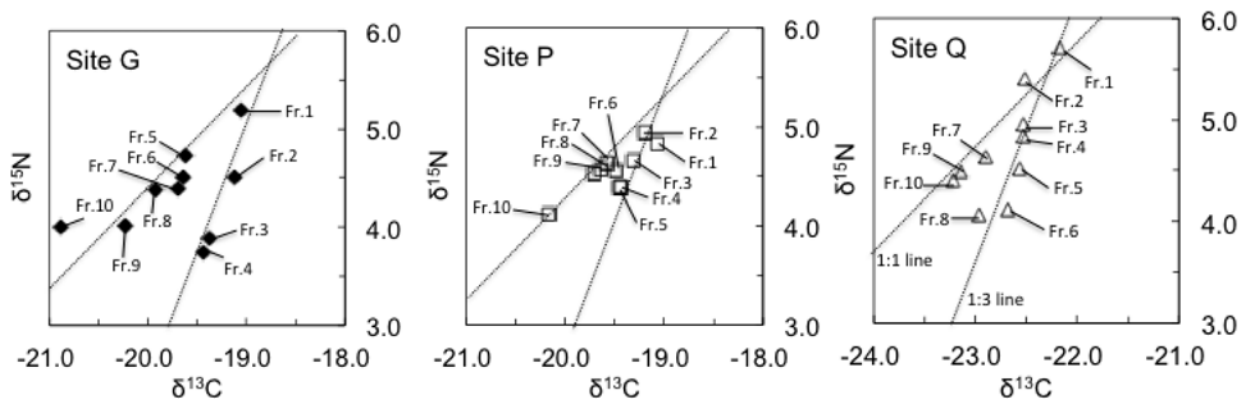


図2. ススキ草地 (Site G)、針葉樹林 (Site P)、落葉広葉樹林 (Site Q) 下土壌から精製した分子サイズ別土壌炭素の炭素および窒素安定同位体比 (Fr.1→Fr.10) にかけて分子サイズは小さく、芳香族炭素成分に富む (Iimura et al. 2013)

### ② ブナ成熟林生態系における林冠環境と土壌炭素の関係

①の結果から土壌炭素の量的変動を考える場合、土壌炭素そのものの質、特に芳香族炭素成分に富む場合は無視できないことが示された。したがって、生態系の炭素循環に対する土壌炭素の役割を考える場合、土壌炭素量だけでなく質を把握することが極めて重要であると考えられた。一方、成熟林生態系における土壌炭素に関する知見は他の森林生態系に比べ少ない上、そのほとんどは量的特徴についてのみ議論したものである。そこで我々は信州大学教育学部附属カヤノ平教育園内のブナ成熟林で土壌炭素の量および質を詳細に調べた。また、これらの側面から土壌炭素貯留について地上部植生構造、特に林冠環境との関係についても考察した。カヤノ平ブナ成熟林生態系は世界的に見ても他の温帯落葉成熟林に比べ多くの土壌炭素が蓄積し

ており、これは活性アルミニウムなどの酸化物に富む土壌特性が少なからず影響を及ぼしていることが示唆された(表1)。また、土壌炭素の質も一般的な森林土壌に比べ芳香族炭素成分に富むことが明らかとなった。これらの結果は、カヤノ平ブナ成熟林生態系の炭素循環が他の成熟林生態系のそれとは多少異なってくる可能性を示唆した。

一方、地上部植生の林冠構造との関係を見ると、林冠に広く覆われている区域(成熟林エリア)は覆われていない区域(ギャップエリア)に比べ、より多くの土壌炭素が蓄積していることが明らかとなった。これはより多くのリター供給量に影響を受けていることが示唆された。また、ギャップエリアに残存している土壌炭素は成熟林エリアに比べ芳香族炭素成分に富む性質を示しており、分解抵抗性はより高いと考えられた(図3)。以上より、ギャップエリアでは供給されるリター量は少ないが、それら一部の分解速度はより早く、分解抵抗性の高い土壌炭素の生成・濃縮が進行しやすいことが示唆された。

表1. 温帯落葉樹(>100歳)での土壌炭素蓄積量(飯村ら 2012)

|                                 | Depth (cm) | Age (years) | SOC                                    |                                 |
|---------------------------------|------------|-------------|--|---------------------------------|
|                                 |            |             | Measured depth (t C ha <sup>-1</sup> ) | 0-12 cm (t C ha <sup>-1</sup> ) |
| Kayanodaira (Present study)     | 12         | ca. 300     | 67.7                                   | 67.7                            |
| <i>beech</i>                    |            |             |  |                                 |
| Hoover et al. 2002              |            |             |  |                                 |
| <i>beech</i>                    | 30         | 128         | 62.0                                   | 24.8                            |
|                                 | 30         | 192         | 70.0                                   | 28.0                            |
|                                 | 30         | 250         | 88.0                                   | 35.2                            |
| Entry and Emmingham 1998        |            |             |  |                                 |
| <i>beech</i>                    | 10         | 185         | 13.5                                   | 16.2                            |
| Schöning and Kögel-Knabner 2006 |            |             |  |                                 |
| <i>beech</i>                    | 40         | 111         | 56.0                                   | 16.8                            |
|                                 | 55         | 169         | 65.0                                   | 14.2                            |
| Mund 2004                       |            |             |  |                                 |
| <i>beech</i>                    | 15         | 111         | 32.2                                   | 25.8                            |
|                                 | 15         | 141         | 41.8                                   | 33.4                            |
|                                 | 15         | 153         | 43.1                                   | 34.5                            |
|                                 | 15         | 102         | 46.0                                   | 36.8                            |
|                                 | 15         | 171         | 43.7                                   | 35.0                            |
|                                 | 15         | 123         | 34.4                                   | 27.5                            |
|                                 | 15         | 168         | 43.3                                   | 34.6                            |
|                                 | 15         | 147         | 47.6                                   | 38.1                            |
|                                 | 15         | 131         | 51.0                                   | 40.8                            |
|                                 | 15         | 153         | 45.1                                   | 36.1                            |
| Gerighausen 2002                |            |             |  |                                 |
| <i>beech</i>                    | 20         | 170         | 36.8                                   | 22.1                            |
|                                 | 20         | 180         | 37.0                                   | 22.2                            |
| Mean                            |            |             | 48.6                                   | 31.0                            |
| SD                              |            |             | 16.7                                   | 11.9                            |
| CV                              |            |             | 0.34                                   | 0.38                            |

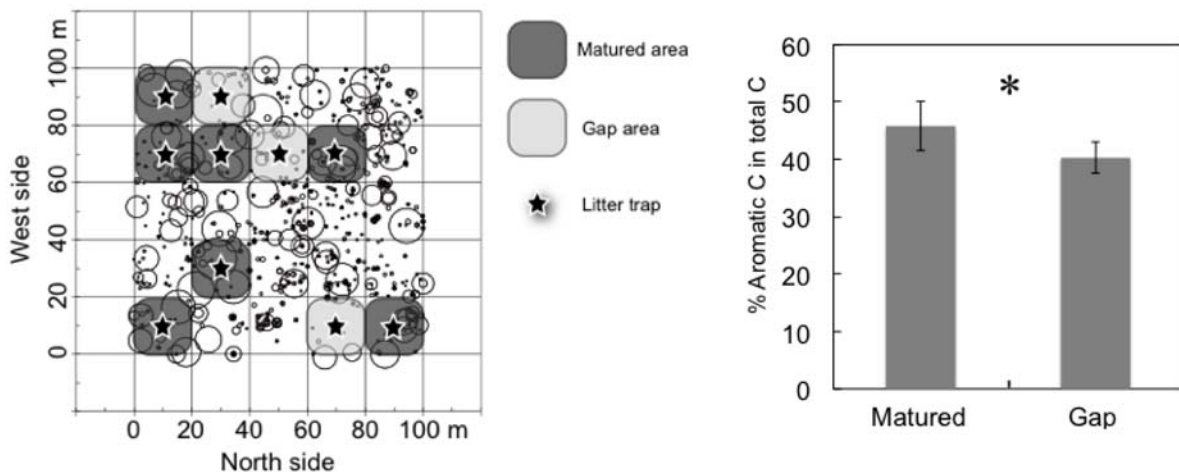


図3. 成熟林エリアとギャップエリアの様子(左図)と各エリアの土壌炭素の芳香族炭素割合推定値(Imura et al. accepted)

参考文献

飯村ら (2012) 志賀高原カヤノ平ブナ成熟林における土壌有機物の特徴. 信大教育学部志賀自然教育研究施設研究業績 49, 1-5  
 Iimura et al. (2013) Black humic acid dynamics during natural reforestation of Japanese pampas grass (*Miscanthus sinensis*). *Soil Biology and Biochemistry* 57, 60-67  
 Iimura et al. (2013) Comparison of quantity and quality of soil organic carbon between matured and gap areas in an old-growth beech forest. *Journal of Geography*, accepted.  
 Stockmann et al. (2013) The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164, 80-99

#### (4) 第11回流域圏科学研究センター一年次報告会

日時：平成24年3月18日（金）9：30～16：20

場所：岐阜大学総合研究棟（工学部F棟）2階 センター会議室

##### プログラム

- 9時30分 開会（景山センター長，森秀樹 学長）
- 9時45分 研究講演
- 植生資源研究部門 景山幸二（植生管理研究分野）
- 水系安全研究部門 廣岡佳弥子（水質安全研究分野）
- 流域情報研究部門 栗屋善雄（人間活動情報研究分野）
- 11時15分 （休憩）
- 11時30分 水環境リーダー育成プログラム報告
- 11時50分 地球環境再生プログラム報告
- 12時10分 高山試験地報告
- 12時30分 （昼休み）
- 14時00分 研究成果発表（ポスター形式）
- 16時00分 閉会（小見山章 理事・副学長，景山センター長）

資料

研究成果発表（ポスター）題目，要旨  
各分野の研究教育活動報告

## 研究成果ポスター発表

### 植生資源研究部門

#### 植生機能研究分野

- 【P1】 Preliminary study of carbon cycling in an old-growth forest at Oshirakawa  
T Ohtsuka, V Suchewaboripont, Y Iimura, Q Ma, S Yoshitake (River Basin Research Center, Gifu University), A Komiyama (Faculty of Applied Biology, Gifu University)  
We set up a 1 ha permanent quadrat in a beech-oak old-growth forest on Mt. Hakusan (1330 m) in 2011 to study carbon cycling and to estimate biometric-based NEP. Here, we present the preliminary study of soil respiration measurement and biometric-based net primary production (NPP) in the old-growth forest during 2012.
- 【P2】 Dynamics of canopy trees during 17 years in an old-growth forest at Oshirakawa  
V Suchewaboripont, T Ohtsuka, Y Iimura, S Yoshitake, Q Ma (River Basin Research Center, Gifu University), S Kato, A Komiyama (Faculty of Applied Biology, Gifu University)  
The old-growth forest at Oshirakawa was surveyed and conducted for the study site in 1995. During 17 years after 1995, the forest structure was not surveyed. This forest was expected that the forest structure of old and large trees might be changed. Therefore, this study aims to examine the dynamics of canopy trees during 17 year-periods in the old-growth forest.
- 【P3】 富士山火山荒原の一次遷移に伴う微生物群集変化の多面的解析  
吉竹 晋平（岐阜大学）・藤吉 正明（東海大学）・渡辺 憲一（極地研究所）・増沢 武弘（静岡大学）・中坪 孝之（広島大学）・小泉 博（早稲田大学）  
火山荒原での一次遷移に伴う土壌微生物群集の変化を明らかにするために、微生物群集の呼吸速度、バイオマス、群集構造を複数の方法で調べた。遷移に伴う土壌有機物の量的増加により微生物バイオマスが増加し、優占植物種の変化（土壌有機物の質的变化）に伴って微生物群集構造が大きく変化した。裸地への先駆草本植物の侵入とその後の木本植物の侵入が、土壌微生物群集にとって非常に重要な段階であることが示された。

#### 植生管理研究分野

- 【P4】 糸状胞子のうを形成する高温性の *Pythium aphanidermatum* および *P. myriotylum* のリアルタイム PCR による定量検出  
景山幸二<sup>1</sup>・石黒 泰<sup>1</sup>・李 明珠<sup>1</sup>・大坪佳代子<sup>1</sup>・須賀晴久<sup>2</sup>（1 岐阜大学流域研科学研究

究センター 植生資源研究部門 , 2 岐阜大学生命科学総合研究支援センター ゲノム研究分野)

近年、糸状胞子のうを形成する高温性の *Pythium* 属菌 (*P. aphanidermatum*, *P. myriotylum*) による農作物の病害が増加している。適切な防除を行うためには迅速な検出と菌量の把握が重要である。本研究では *P. aphanidermatum* と *P. myriotylum* が定量検出できるリアルタイム PCR 法を開発した。開発したリアルタイム PCR 法は自然汚染土壌でも高い精度で定量検出が可能であった。

【P5】 *Pythium helicoides* のリアルタイム PCR による定量検出

石黒 泰<sup>1</sup>・李 明珠<sup>1</sup>・大坪佳代子<sup>1</sup>・須賀晴久<sup>2</sup>・景山幸二<sup>1</sup> (1 岐阜大学流域研科学研究センター 植生資源研究部門 , 2 岐阜大学生命科学総合研究支援センター ゲノム研究分野)

近年、農作物の生産現場において植物病原菌である *Pythium helicoides* による深刻な被害が報告されている。病害を防除するためには迅速に病原菌を検出し、菌量を把握する必要がある。本研究では *P. helicoides* を定量検出できるリアルタイム PCR 法を開発した。開発したリアルタイム PCR 法は 10 fg まで定量可能であり、自然汚染土壌においても高い精度で *P. helicoides* の定量検出が可能であった。

【P6】 男鹿半島寒風山の絶滅危惧植物と外来種

津田智

津田研究室では秋田県男鹿市の寒風山で草原植生と野焼きの関係を研究していますが、それと同時にフロラ（植物相）の調査も実施しています。日本全国で半自然草原が減少しつつあり、草原をおもな生息地とする植物は絶滅の危機にさらされています。寒風山の半自然草原の現状が少しでもわかってもらえるように、寒風山に生息する絶滅危惧種と外来種を紹介しました。

植生生理生態研究分野

【P7】 冷温帯落葉広葉樹林における野外温暖化実験：ミズナラ個葉の光合成・分光特性・フェロロジーに対する温度環境の影響

村岡裕由（岐阜大・流域圏科学研究センター）、庄司千佳（岐阜大・応用生物科学部）、永井信（海洋研究開発機構）、野田響（筑波大・環境生命）

陸域生態系の炭素循環は地球環境調節の重要な機能であると同時に、生態系の生態学的機構の根幹をなすプロセスであり、気候変動に対する森林生態系機能の応答や脆弱性の実験的解明と予測は環境科学の重要な課題である。発表者らは最先端・次世代研究開発プログラムの一環として、冷温帯落葉広葉樹林の炭素吸収・放出過程に対する温度環境の影響解明を目指している。本発表では、岐阜大学・高山試験地（TKY サイト）でミズナラ成木を対象として実施した野外温暖化実験の経過を報告する。

- 【P8】 温暖化による生育期間延長を考慮した落葉広葉樹林における炭素収支  
齋藤琢 (岐阜大学・流域圏科学研究センター), 永井信 (海洋研究開発機構), 吉野純 (岐阜大学・工学部), 三枝信子 (国立環境研究所), 玉川一郎, 村岡裕由 (岐阜大学・流域圏科学研究センター)

林床ササ群落を有する冷温帯落葉広葉樹林を対象として, (1) フィールド観測 による群落フェノロジーモデルの構築, (2) 観測値に基づいた生態系モデルの 検証・最適化, (3) 気候モデル出力値を用いた落葉広葉樹林の生育期間・林床 ササ群落の光合成可能期間および炭素収支の将来予測により, 温暖化の影響に よって変化した落葉広葉樹林および林床ササ群落の群落フェノロジーが, 個々の 生態系および森林生態系全体の炭素収支に与える影響について報告する。

- 【P9】 Effect of experimental soil warming on soil CO<sub>2</sub> efflux in cool-temperate deciduous broad-leaved forests

NamJin Noh, Kuribayashi Masatoshi, Taku M Saitoh, Muraoka Hiroyuki (River Basin Research Center, Gifu University)

We investigated 1) the effects of experimental soil warming on soil respiration and 2) the relationships between soil respiration and environmental factors in control and warmed plots in cool-temperate deciduous broad-leaved forest by *Quercus crispula* in Takayama and Tomakomai. We demonstrated the significant soil warming effect on soil respiration in two cool-temperate forests to evaluate their vulnerabilities to climate change.

- 【P10】 気候モデルの時空間解像度の違いが中部山岳域の森林生態系の炭素収支推定にもたらす影響

栗林正俊・Namjin Noh・齋藤琢 (岐阜大学・流域圏科学研究センター), 伊藤昭彦 (国立環境研究所), 村岡裕由 (岐阜大学・流域圏科学研究センター)

陸域生態系モデル(VISIT)に入力する気象データに、NCEP/NCAR 再解析値と地域気象モデル(WRF)による計算値をそれぞれ用いて、岐阜大学高山試験地(TKY)における森林生態系の炭素収支量を推定した。この結果、VISIT に入力する気象値に WRF の計算値を用いることで、TKY における炭素収支量をより精度よく推定できることが明らかとなった。本発表では、この理由について解析し、考察した結果を報告する。

- 【P11】 Research Activities at Ecosystem Ecology Lab of Korea University

Yowhan Son (Guest Professor, Korea University)

The lab has various projects covering from the basic ecological data collection to the application of up-to-date knowledge to the current societal problems. Main research topics include long-term CWD dynamics, influence of artificial warming on seed germination and seedling growth, carbon distribution and cycling for major forest ecosystems, forest soil carbon modeling, PPP and A/R CDM.

## 植生景観研究分野

### 【P12】 陸域観測サイト及び観測ネットワークに基づく生態系—大気間の温室効果ガス交換過程の研究

三枝信子（客員教授，国立環境研究所）

陸域生態系は地球環境調節機能の重要な役割を有しており，その微気象学的，生態学的機構を，多様な気候帯において解明するとともに，気候変動がもたらす影響を予測することが強く求められている。報告者らは世界各地の生態系観測サイトのネットワーク化を進めながら，陸域生態系の構造と機能の地理的分布や季節・経年変動の包括的な理解を目指している。

## 水系安全研究部門

### 水系動態研究分野

### 【P13】 国土交通省「解析雨量」と地上観測雨量との比較

玉川一郎、空野誠也

気象庁で作成されている解析雨量は、レーダ観測と地上観測を組み合わせて作成された 1km 格子で日本の主要部分を覆う 1 時間降水量のデータであるが、これを地上の雨量計と比較した。解析に使用されている気象庁等の雨量計との比較では、非常によく一致しているが防災上の観点からなされている処理のために、解析雨量が雨量計観測値よりも大きくなる傾向が見て取れる。また、高山試験地、および JALPS で収集された信州大学、筑波大学の雨量計との比較でも多くの地点で 1mm/h 以内の差に 7~8 割程度のデータが収まり、精度は高い。一部、急斜面や崖上の雨量計に対しては一致しないデータも見られた。

### 【P14】 ボリュームスキャン可能なドップラーソーダの開発

玉川一郎、藤田徳昭

ドップラーソーダとは、上空に向けて音波を発射し、その散乱音を捉え解析することで、ドップラー効果から風速の情報を得るものである。当研究室では PC のオーディオ機能を利用した安価な装置を開発してきたが、今年度は、装置の小型化、および、送受信装置を方位角・仰角の両方向に回転させる機能と、これらの制御と観測を行うソフトウェアを開発した。音波パルスに複数の周波数の音波を用いるなどの工夫により、100m 弱の距離までの範囲で、半球状の領域に対して、観測を行うことができた。

### 【P15】 河道直線区間における棧型粗度の流れ制御特性に関する実験的研究

藤田 裕一郎、原田 守啓、岩田 啓夢、下牧 尚平

河道を直線的にして最小幅で流水断面を確保する急な法勾配の練積み護岸で改修された日本の中小河川では、出水で損壊する事例が後を絶たない。これは、結果的に改修が過度に流速を上げ、流水の大きな運動量が河道変化点の河床・河岸に巨大な力を作作用させることに因る。そこで、流水を護岸に配置した棧型粗度でどの程度制御可能かを明らかにするため、台形断面水路を用いて底面配置・全面配置の場合と比較した実験を



行った。流速分布の詳細な3次元測定結果から、台形断面でも、長方形断面の場合と同様、最大流速部が水面から潜り込み、側壁配置粗度の効果は限定的であることなどを見出した。

## 水質安全研究分野

### 【P16】 ウィルスの活性炭吸着施設内での挙動と低塩素濃度下での応答に関する研究

谷岡 敬太、TANXUE MEI、李 富生、川口 倫由、廣岡 佳弥子、山田 俊郎

ウィルスに起因する水道水質の安全性が以前から懸念されてきている。一方、微量有機物の除去のために、活性炭を導入する施設が増えるとともに、塩素による臭気の軽減のために、塩素濃度を低く抑えた消毒を行う試みも最近見掛るようになった。ところが、活性炭の細孔分布によって細孔内に吸着されるウィルスの挙動（生残性の変化）、また低塩素下での応答性については不明確である。本研究は、これらの解明を試みたものである。

### 【P17】 微生物燃料電池のカソード上へのリン析出によるカソードパフォーマンスの劣化

市橋 修、廣岡 佳弥子

廃水中のリンを微生物燃料電池のカソード表面に回収すると、微生物燃料電池の性能が若干低下することを確認した。これは回収したリンがカソード表面を覆った結果、物質移動が妨げられたためだと考えられる。そこで、リン回収前後のカソード単体の性能を電気化学的手法で評価した。さらに、カソードに回収したリンを除去することで、カソードの性能が回復するかどうかを確認した。

## 流域情報研究部門

### 人間活動情報研究分野

### 【P18】 岐阜県御嵩町における衛星データを用いた森林植生分類図の作成手法および利用方法の検討

後藤誠二郎、栗屋善雄（岐阜大学流域圏科学研究センター）

岐阜県御嵩町を対象として、Rededge バンドをもつ RapidEye 衛星データを用いた森林植生分類図の作成手法について、教師なし分類と教師つき分類、植生指数を用いた分類および Rededge バンド情報を用いた分類の4つの手法の比較検討を行った。さらに、作成した森林植生図を基に推定した材積の情報と DEM から求めた傾斜情報を組み合わせて施業団地図の作成を試みた。

### 【P19】 立地環境による竹林拡大域の植生と地形の特徴の差異

河合洋人<sup>1</sup>・栗屋善雄<sup>1</sup>・秋山侃<sup>2</sup>（1：岐阜大学流域圏科学研究センター 2：岐阜大学名誉教授）

空中写真と LiDAR データを用いて、竹林が拡大した箇所の植生と地形の特徴の抽出を行った。その結果、河川敷の竹林の拡大域は、植生が主に無立木地で、地形が 15°までの傾斜度であることがわかった。一方、里山の竹林の拡大域は植生が無立木地や広葉樹林地、針葉樹林地であり、地形は 40°までの傾斜度であった。以上から立地環境によっ

て竹林拡大域の植生と地形の特徴が異なる可能性が示唆された。

**【P20】 LandsatTM データの判読による内モンゴル・エジナ河流域における土地利用動態変化の解析**

オウステンビリゴ（岐阜大学連合農学研究科）・粟屋善雄（岐阜大学流域セ）

黒河中流域の農業灌漑による過剰取水のため、エジナ河流域が水不足問題に直面している。そこで、地上調査に基づき4時期のLandsat画像を判読して、エジナ河流域・居延三角の沙漠化と土地被覆動態変化の実態を明らかにすることを研究目的とした。その結果、居延三角州の主な土地被覆動態変化の特徴は、ゴビ砂漠であることが分かった。また、沙地、ゴビ、裸地面積が減少し、森林面積が一貫して増加していた。

**【P21】 山地森林流域の流出特性の長期変動に関する研究**

児島利治, Edwina Zainal, 大池永子, 大橋慶介, 篠田成郎

岐阜県中津川市二ッ森ガマン沢流域（3 km<sup>2</sup>）を対象とし、長期水文観測データとタンクモデルを用いて流出特性の長期変動の解析より、いわゆる緑のダムと呼ばれる森林の水源涵養機能の評価を行う。1984年から2007年の流量、降雨量データより、降雨イベント毎の流出率の長期変動解析を行ったところ、森林の成長に伴い減少傾向にあることが分かった。次に約5年ごとの期間に水文データを分割し、各期間に4段タンクモデルを適用し、モデルパラメタの経年変動を確認したところ、側方流出孔の値が減少傾向を示し、洪水時のピーク流量、流出率が減少していることが確認できた。森林の成長による表面流、中間流出特性の変化が緑のダム機能を構成する重要な要素の一つであることが示唆された。

**地盤安全診断研究分野**

**【P22】 南海トラフの巨大地震による岐阜県域での強震動の特性評価**

杉戸真太

断層長さが750kmにも及ぶ巨大地震の震源断層が当該地域において想定されている（内閣府、2011.12.）。東海から関西、さらには四国地域において高震度をもたらすであろうこの地震による各地域での強震動特性を知り、各地域において実施すべき事前の有効な耐震化施策に繋げることが喫緊の課題である。岐阜県域を対象として、このような超巨大地震による強震動の工学的特性について検討した。

**【P23】 UAV を利用した地形取得技術の高度化**

沢田和秀

UAV（Unmanned Aerial Vehicle）を用いて、空中から写真撮影することによって、正確に地形を把握する技術を発展させた。UAV搭載型の2周波GPS受信装置を開発したことで、写真計測に重要な、写真撮影位置（GPS座標と撮影時間）を1000分の1秒以内で同期させることが可能になった。この技術により、高精度な位置情報を持った画像

が取得できる。オルソ画像作成や 3D データ出力を行えば、対空標識など外部標定なしに世界測地系に基づいた座標を得ることができ、利用が大幅に広がる。

## 流域 GIS 研究分野

### 【P24】 高速道路の耐震化優先度評価に関する研究

久世益充

高速道路の耐震化優先度評価を行うため、基礎データの収集・整備、ならびに地震動予測と評価指標の検討を行った。具体的には、東海地域に整備されている高速道路を対象に、約 50m 単位の地盤データ、構造種別データを整備し、想定地震を選定した。これを基に、耐震化優先度評価として、①震度に基づく相対危険度、②構造物の脆弱性、または復旧性を考慮した影響度、③東名・新東名の並走する路線を考慮した影響度をそれぞれ評価した。

## 流域水環境リーダー育成プログラム推進室

### 【P25】 中国西北五省における植生被覆の時空間変化に関する検討

魏永芬（岐阜大学・流域圏科学研究センター）、張福平・李旭譜・胡猛（中国陝西師範大学・旅遊と地理学院）

中国西北五省（陝西、甘肅、寧夏、青海省、新疆）は 300 万 km<sup>2</sup> の面積をもち、西部総面積の約 57.7%、中国陸域総面積の 31.7% を占めている。年降雨量が東（400mm）から西（200mm）にかけて次第に減少し、乾燥・半乾燥域に属し、主要な土地被覆はゴビ、砂漠、氷川、湖、河川、森林、草地となっているが、植生の被覆率は著しく低いため、生態脆弱区域として注目されている。本研究は、この地域の植生被覆の変遷を明らかにし、生態保全と環境改善につながる方策を提案するため、1999 年 1 月～2007 年 12 月までの衛星 SPOT-VEG 画像に対する解析を通じて、この期間における植生の時空間変化について検討したものである。福島第一原子力発電所の事故により大気中に放出された放射性セシウムが降雨、風及び融雪等により湖や海に流入することに起因し、水生微生物の生育環境の悪化、及び水道水質への安全が懸念されている。そこで、本研究では、微生物によるセシウムの蓄積特性の評価、及び水道水の水質の安全を図るため、活性炭によるセシウムの吸着除去性の評価を行った。

### 【P26】 強光阻害条件下における植物プランクトン群集動態理論

吉山浩平

光は光合成に必須のエネルギー源である一方で、過剰な光はダメージとなり光合成効率を低下させる（強光阻害）。これまで強光阻害が光合成生産に与える影響は陸上・水域を問わず研究されてきたが、植物群集構造に与える影響に関する研究はなかった。本研究では、強光阻害を考慮した植物プランクトン動態モデルを解析し、アリー効果（Allee effect）や競争的支援効果（Competitive facilitation）といった、強光阻害が群集動態にもたらす興味深い現象を明らかにする。さらに実際の植物プランクトン形質データを適用

し、これら現象が実際に起こりえるかを検証する。

**【P27】 セシウムの微生物への蓄積能力と活性炭による吸着除去性に関する研究**

李 杰鋒、後藤 卓哉、田島 鉄也、Wenhan Li、川口 倫由、李 富生、山田 俊郎、廣岡 佳  
弥子

福島第一原子力発電所の事故により大気中に放出された放射性セシウムが降雨、風及び融雪等により湖や海に流入することに起因し、水生微生物の生育環境の悪化、及び水道水質への安全が懸念されている。そこで、本研究では、微生物によるセシウムの蓄積特性の評価、及び水道水の水質の安全を図るため、活性炭によるセシウムの吸着除去性の評価を行った。



### 3. 平成 24 年度研究成果と研究活動

平成 24 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、次ページから、下記の各研究部門・研究分野の順に関係する教員ごとに説明する。また、著者・論文発表、学会等における口頭発表や学会活動、講演等の社会活動は、次項の(2) 教員の研究活動・社会活動において紹介する。

##### 植生資源研究部門

|            |      |                     |
|------------|------|---------------------|
| 植生機能研究分野   | 教授   | 大塚 俊之               |
|            | 助手   | 吉竹 晋平               |
| 植生管理研究分野   | 教授   | 景山 幸二               |
|            | 准教授  | 津田 智                |
| 植生生理生態研究分野 | 教授   | 村岡 裕由               |
| 植生景観研究分野   | 客員教授 | 三枝 信子 ((独) 国立環境研究所) |

##### 水系安全研究部門

|          |     |        |
|----------|-----|--------|
| 水系動態研究分野 | 教授  | 藤田 裕一郎 |
|          | 准教授 | 玉川 一郎  |
| 水質安全研究分野 | 教授  | 李 富生   |
|          | 准教授 | 廣岡 佳弥子 |

##### 流域情報研究部門

|             |      |       |
|-------------|------|-------|
| 人間活動情報研究分野  | 教授   | 粟屋 善雄 |
|             | 准教授  | 児島 利治 |
| 地盤安全診断研究分野  | 教授   | 杉戸 真太 |
|             | 准教授  | 沢田 和秀 |
| 流域 GIS 研究分野 | 客員教授 | 芝山 道郎 |
|             | 助教   | 久世 益充 |

##### 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  | 吉山 浩平 |
|  | 助教  | 川口 倫由 |



## 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： 飯村康夫(流域圏科学研究センター)・馬情(大学院学生)・Vilanee Suchewbor ipont(研究生)・  
香田奈緒子(学部学生)・吉竹晋平(流域圏科学研究センター)・加藤正吾(応用生物科学部)・安藤正規(応用生物科学部)・肥後睦耀(地域科学部)・小見山章(応用生物科学部)

研究協力者： 車戸憲二・宮本保則・吉竹彩子(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。2011 年からは白山山麓の大白川ブナ原生林での研究を開始した。以下に平成 24 年度に得られた研究成果の主なものを挙げる

### 1. 白山山麓・大白川ブナ原生林における森林動態

白山山麓に位置する岐阜県大野郡白川村大白川流域には、標高 840 m から 1600 m にかけて主にブナが優占する、原生の冷温帯性落葉広葉樹林が分布している。加藤・小見山(1999)は、1995 年に標高 1330 m の地点(N36° 9' , E136° 49' ) に 1 ha の方形区を設置して植生調査を行った。その結果、胸高直径(DBH)が 5 cm 以上の基底面積(BA)はミズナラが 45.7%、ブナが 44.3%と二種が圧倒的に優占する群落であった。この二種は日本の冷温帯に広く分布する代表種で有り、両種の分布様式については気候的にある程度説明できるが(八木橋ら 2003)、ミズナラからブナへの遷移的な過程も報告されている(野本 1956)。本研究では、大白川ブナ原生林の森林構造と動態を解析し、主にこの二種の関係について検討した。

2011 年に標高 1330 m 地点に 1 ha の永久方形区を設置した。これは加藤・小見山(1999)によって調査された方形区を再現したものであるが、南北方向に多少のずれが見られ完全には一致しなかった。調査地の平均傾斜は 5° で、ほぼ平坦な斜面上にある。調査地付近の気象条件は、夏季と冬季に降水量が多い日本海型気候で最深積雪は約 4 m に達し、約 6 ヶ月間は林床が根雪で覆われる。日本活火山総覧によると 16 世紀中頃に白山の活発な噴火活動が見られた。また 1963 年に大白川ダムが竣工するまでは、この地域はほぼ人間の影響は無い。2011 年の秋に樹高 1.3 m 以上のすべての幹についてナンバを付けて同定し、DBH を測定した。また、林冠木については樹木の位置と樹幹投影図を作成した。さらに 2012 年の秋に DBH が 5 cm 以上の個体の直径を再測して、成長量を測定した。

本調査地では、林冠を構成している種はブナ、ミズナラ、シナノキ、ハリギリの 4 種であった。2012 年のトータル BA は 43.8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> であり、その 53% をブナが 36% をミズナラが占めていた。またこの森林の地上部バイオマス(葉を除く)は 478 t ha<sup>-1</sup> と推定される、ブナ(235 t) とミズナラ(220 t) の 2 種で 95% 以上を占めていた。ブナは逆 J 字型の直径階分

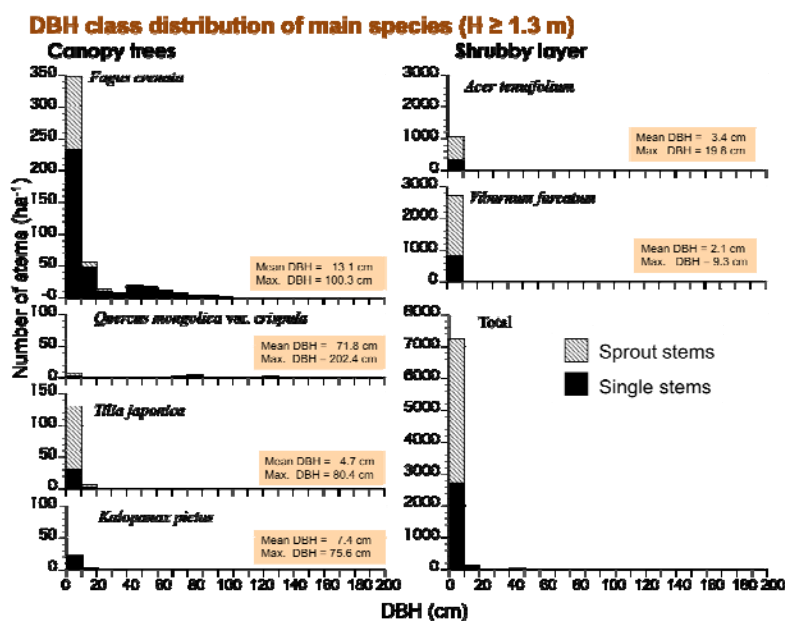


図 1 永久方形区内の代表種の直径階分布。平均直径と最大直径を示している。



布を示し、順調な更新を見せる極相種である (図 1)。一方で、ミズナラは平均 DBH が 72cm にも達して、DBH が 100cm 以上の巨木が調査区内に 5 本も存在するが、若齢個体はほとんど存在せず全く更新していない (図 1)。林床は密度に差はあるがチシマザサ (*Sasa kurilensis*) が覆っている。低木層ではオオカメノキとヒナウチワカエデが非常に高密度に出現する (図 2)。  
 加藤・小見山 (1999) のデータと比較して、ブナの林冠木は 2 本枯死したが、新たに林冠に 4 本加入して 16 年間で林冠の個体数が増加した (図 3)。またミズナラの林冠木は 5 本枯死して、新たな加入は無い (図 3)。

### Canopy diagram and forest floor structures

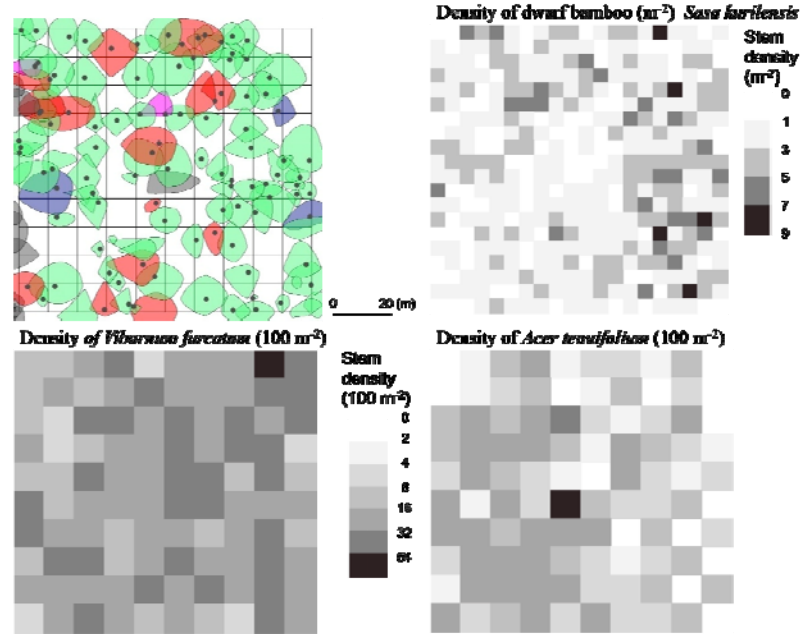


図 2 林冠木の樹幹投影図と、下層のチシマザサ、オオカメノキ及びヒナウチワカエデの幹数密度。

### Death and recruitment of canopy trees

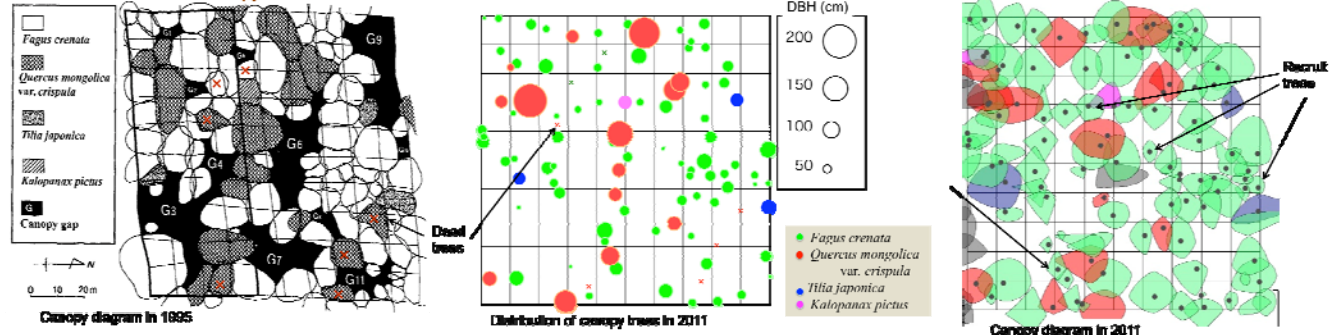


図 3 1995 年時点での林冠木の樹幹投影図と、2011 年での林冠木の位置図と樹幹投影図を示す。

渡邊 (1993) によれば、冷温帯におけるミズナラ林はブナ林の代償植生であり、またミズナラは先駆種でブナに比べて陽樹的な性質を持ち、ササが被ったブナ林内では更新しない (野本 1956)。一方で空間的な棲み分けとしてブナ林は多雪地域に見られ、ミズナラ林は積雪が少なく寒さがより厳しい地域に見られる。八木橋ほか (2003) によると、冷温帯におけるブナ林の気候的な成立条件は、最寒月最低気温  $-12.45^{\circ}\text{C}$  以上、暖候期降水量 (5-9 月)  $760.5\text{ mm}$  以上、寒候期降水量 (12-3 月)  $441.5\text{ mm}$  以上であるという。本調査地では暖候期降水量  $1519\text{ mm}$ 、寒候期降水量  $953\text{ mm}$  (御母衣の AMEDAS データから)、またサイト内の 2011 年度最低気温は  $-13.9^{\circ}\text{C}$  であった。本調査地では最低気温はやや低いものの、積雪が非常に多くブナ林が成立する気候と考えられる。また現存するミズナラは平均直径  $103\text{ cm}$  の巨木であり、白山の 16 世紀の噴火後の一次遷移により侵入した先駆種かもしれない。このサイトでは、ミズナラの死亡率が高く、更新個体もほとんど無いことから、一次遷移においてブナ・ミズナラ混交林から、極相であるブナ純林 (True old-growth forest) に遷移する過程にあると考えられる。一方で、このサイトのミズナラは最大サイズが極端に大きく、long-lived pioneers (Oliver and Larson 1996) として、一度侵入すると非常に長い時間に渡って存在できる。仮に、白山が数百年の周期で噴火するとすれば、大規模な攪乱依存的にブナと共存していると考えられる事も出来る。

## 2. 高山試験地二次林の林床ササ群落が土壌炭素蓄積に及ぼす影響 (続報)

高山試験地の冷温帯落葉広葉樹二次林 (高山 TKY サイト) では、1997 年以降、微気象学的手法ならびに生態

学的手法の両面から継続的な炭素循環研究が行われており、大塚らの一連の研究 (Ohtsuka et al. 2005, 2007, 2009) から、①この森林生態系は炭素シンクとして機能し続けていること、②この森林生態系によって吸収された炭素の半分程度は樹木などのバイオマスとしてではなく、枯死木や土壌といったネクロマスとしてプールされている可能性が高いこと、③林床ササ群落由来の炭素がネクロマスプールの増大に寄与している可能性があることがわかってきた。現在、我々は主に③の仮説を検証すべく、高山 TKY サイトおよび隣接地に林床ササ群落の有無以外の環境 (植生や土壌タイプ) がほぼ同じである実験区を設置し、両者の土壌圏での炭素動態について研究を行っている。昨年度の報告では表層土壌炭素量、特に 0-5cm 深での炭素含量がササあり区で有意に高いこと、その要因として特に地下部の根量 (地下茎および細根) の違いが寄与している可能性が高いことを報告した。今年度は他の要因として、特に地上部からの炭素供給量の違いにスポットを当てて比較研究を行った結果を報告する。

### ・ 調査地および方法

調査は高山 TKY サイトおよび隣接地の比較実験区 (ササあり区: TSY、ササなし区: TSN、両方とも 20m×20m) でおこなった。これら 2 つの実験区はササの有無以外はほぼ同じであることを植生調査および土壌調査から確認している (表 1)。

表 1. ササあり区 (TSY) とササなし区 (TSN) の植生情報

| Species (5 cm ≥ DBH)                           | TSY   |       |   | TSN   |       |   |
|--|---|-------|---|---|-------|---|
|  | Basal area<br>m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> | %     | No. of stems<br>(0.04ha <sup>-1</sup> ) | Basal area<br>m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> | %     | No. of stems<br>(0.04ha <sup>-1</sup> ) |
| <i>Betula ermanii</i>                          | 15.41   | 49.6  | 12                                      | 4.04  | 14.2  | 9                                       |
| <i>Magnolia obovata</i>                        | 4.48  | 14.4  | 7                                       | 0.66  | 2.3   | 2                                       |
| <i>Eleutherococcus sciadopylloides</i>         | 4.10  | 13.2  | 3                                       | 1.64  | 5.8   | 3                                       |
| <i>Ilex macropoda</i>                          | 2.34  | 7.5   | 9                                       | 0.42  | 1.5   | 2                                       |
| <i>Quercus crispula</i>                        | 1.68  | 5.4   | 2                                       | 13.46   | 47.3  | 26                                      |
| <i>Sorbus alnifolia</i>                        | 1.13  | 3.6   | 3                                       |   |       |   |
| <i>Acer rufinerve</i>                          | 0.64  | 2.1   | 2                                       | 1.82  | 6.4   | 5                                       |
| <i>Acer distylum</i>                           | 0.64  | 2.1   | 1                                       | 0.66  | 2.3   | 3                                       |
| <i>Hydrangea paniculata</i>                    | 0.24  | 0.8   | 2                                       |   |       |   |
| <i>Swida controversa</i>                       | 0.23  | 0.7   | 1                                       | 0.36  | 1.3   | 4                                       |
| <i>Acer mono</i>                               | 0.09  | 0.3   | 1                                       | 0.17  | 0.6   | 1                                       |
| <i>Acer sieboldianum</i>                       | 0.06  | 0.2   | 1                                       |   |       |   |
| <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> |   |       |   | 3.00  | 10.6  | 5                                       |
| <i>Prunus jamasakura</i>                       |   |       |   | 1.28  | 4.5   | 3                                       |
| <i>Betula maximowicziana</i>                   |   |       |   | 0.54  | 1.9   | 1                                       |
| <i>Acer micranthum</i>                         |   |       |   | 0.38  | 1.3   | 2                                       |
| Total  | 31.04   | 100.0 | 44                                      | 28.43   | 100.0 | 66                                      |

各実験区において、地上部から土壌圏 (リター層および鉱質土壌) へ供給される炭素量をリター (リタートラップ法)、林内雨 (ボトル採取法)、鉱質土壌への侵出水 (フリーテンションライシメーター法) から定量した。また、表層土壌 (0-5cm) の溶存有機物吸着能の違いを室内吸着実験から比較した。

### ・ 結果および考察

2010 年 7 月から 2012 年 7 月までの地上部リターによる炭素供給量の年間平均値の結果を表 2 に示す。全体としては TSN が約 0.7 tC ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> 高い結果を示したが、リター種別で見ると特に樹木の葉以外で両者に大きな

表 2. ササあり区 (TSY) とササなし区 (TSN) での地上部リター供給量の年間平均値 (kg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>)

| 実験区 | 樹木葉  | 樹木葉以外 | ササ葉 | ササ葉以外 | 合計   |      |
|-----|------|-------|-----|-------|------|------|
|     |      |       |     |       | 葉    | 葉以外  |
| TSY | 1543 | 205   | 195 | 161   | 1738 | 367  |
| TSN | 2039 | 815   |     |       | 2039 | 815  |
|     |      |       |     |       |      | 全体   |
|     |      |       |     |       |      | 2105 |
|     |      |       |     |       |      | 2854 |

差があることがわかった。樹木およびササの葉のみで比較すると両者の差は比較的小さくなり、約 0.3 tC ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> ササなし区で多い結果となった。ただし、TSY サイトでは欠測月もあったため過小評価であり、実際には

両者でそれほど大きな違いは無いと考えられる。

2012 年 5 月から 9 月の林内雨によるリター層への炭素供給量の詳細を図 1 に示す。林内雨の炭素濃度は月変動が認められ、TSY および TSN は同様の傾向を示し、5 月を除いて TSY で常に高い傾向が示されたが、有意な差ではなかった (図 4 左)。TSY サイトで炭素濃度が常に高い原因は明確ではないが、TSY サイトはササ群落の存在により林冠構造が TSN サイトに比べ明瞭に 2 段構造となっていることから、そこを林内雨が通過することで植物と接触し炭素が濃縮された可能性も考えられた。林内雨量は 5 月から 7 月まで増大し、その後減少するパターンを示した (図 4 中)。7 月を除き TSN が常に高い傾向を示したが、有意な差ではなかった。TSY のほうで林内雨量が少ない傾向は、林床ササ群落の存在によりリター層に落ちてくる雨量が減少していることが示唆された。林内雨の炭素濃度および量から実際にリター層へ沈着してくる炭素量を算出した結果、雨量が多い 6 月および 7 月で TSY がより高い傾向を示し、特に 7 月では有意な差 (0.01%以下) が認められた (図 4 右)。以上の結果は林床ササ群落の存在がリター層への実際の炭素沈着量を継続的に増大させる可能

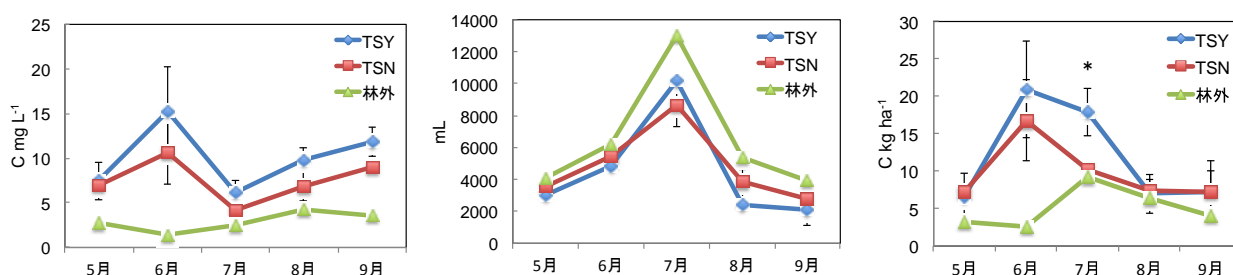


図 4. ササあり区 (TSY) とササなし区 (TSN) の林内雨炭素濃度 (左)、林内雨量 (中)、林内雨による炭素沈着量 (右)。\*は有意差 (0.01%以下) を示す。

性を示唆した。

両サイトでのリター層から鉍質土壌へ供給される浸出水中の溶存有機態炭素濃度および鉍質土壌 (0-5cm) の溶存有機態炭素吸着能を図 5 に示す。9 月を除き TSY サイトで溶存炭素濃度は高い傾向を示したが有意な差は認められなかった。吸着能は両サイトでほとんど変わらないことが確認された。よって、鉍質土壌へ供給された溶存態炭素量によって表層土壌へ蓄積する炭素量が左右される可能性が高いことがわかった。

以上より、地上部から供給される炭素量は全体的に見るとササあり区で比較的多い傾向が示された。また、表層土壌での炭素吸着能はほとんど変わらないことから、ササあり区の表層土壌で炭素がより多い要因の一つとして地上部から供給される炭素量の重要性が示唆された。

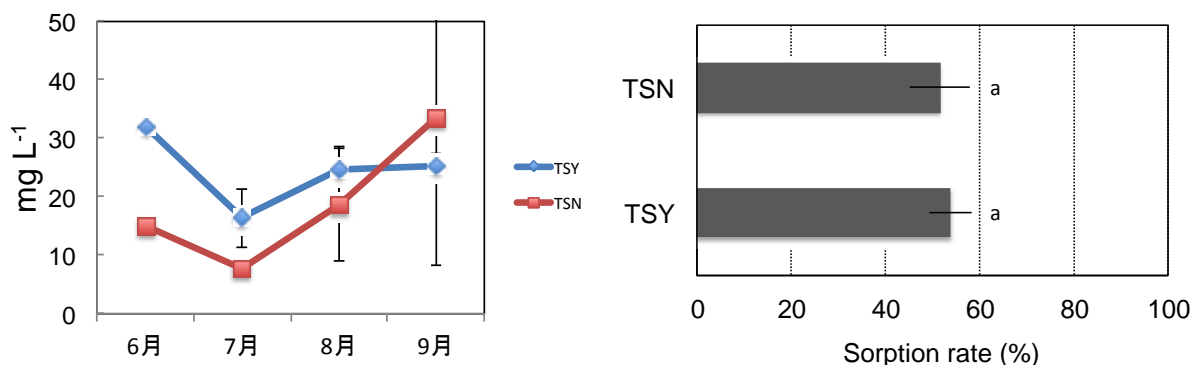


図 5. ササあり区 (TSY) とササなし区 (TSN) における鉍質土壌への浸出液の有機態炭素濃度 (左) および鉍質土壌 (0-5cm) の単位重量あたりの溶存有機態炭素吸着割合 (右)。

## 研究テーマ：火山荒原の一次遷移に伴う植生の発達と土壤微生物群集の変化

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： 藤吉 正明（東海大学）・渡辺 憲一（極地研究所）・増沢 武弘（静岡大学）・  
中坪 孝之（広島大学）・小泉 博（早稲田大学）

研究協力者： 車戸 憲二・宮本保則（流域圏科学研究センター高山試験地）

### 【はじめに】

土壤微生物はその有機物分解・無機化機能を介して土壤生成や栄養塩循環といった重要な生態系プロセスを担っている。このため、生態系における物質循環を考える上では、土壤微生物を中心とした土壤圏の動態を明らかにすることが重要である。特に土壤が未成熟で栄養塩類等に乏しい、一次遷移の初期のような環境においては、土壤微生物群集の持つ特性（量的・質的特性）がその後の生態系遷移の速度や方向性に大きく影響すると考えられている。しかしながら、成熟した草原や森林、農耕地などに比べると、一次遷移初期における土壤微生物群集の量的・質的变化については不明な点も多い。本研究では富士山の火山噴火跡地（火山荒原）で見られる一次遷移を対象にし、植生の発達に伴って土壤微生物群集の量的・質的特性がどのように変化していくのかを調べた。

高山・亜高山帯に属する火山荒原では、その厳しい環境のために遷移初期に侵入・定着できる種に限られているだけでなく、それらの定着や生長自体も大きく制限される。その結果、このような火山荒原においては植生がパッチ状に分布することが知られており、これらを島状群落と呼んでいる。さらに高山・亜高山帯の火山荒原では、比較的狭い範囲内に異なる遷移段階（初期条件が同じで、先駆植物の侵入・定着からの時間のみ異なる）の島状群落が多く分布しており、一次遷移系列を同時に捉えることができる（図 1）。

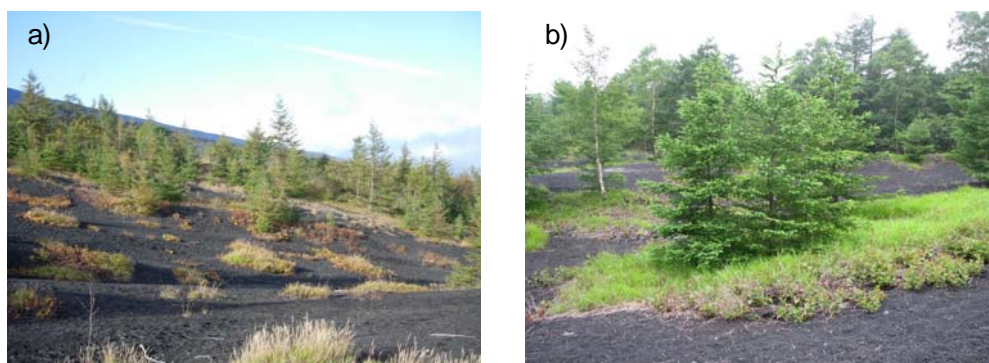


図 1 a) 遷移段階の異なる島状群落が同所的に分布する様子. b) 島状群落の一次遷移の例. イタドリ中心の草本植物からなる島状群落の中心部に木本（カラマツ）が侵入・定着している（後述の Stage III）。

### 【方法】

本研究の調査地は富士山南東側斜面（標高 1500～1550 m）である。6つの遷移段階（Stage B: 裸地、Stage I: イタドリ純群落、Stage II: イタドリとその他の草本の混合群落、Stage IIIa: 中心にカラマツが侵入した草本群落の辺縁部（草本群落部分）、Stage IIIb: Stage IIIa と同じ群落の中心部分（木本群落部分）、Stage F: カラマツ林）から鉍質土壌を採取し、基本的な土壤理化学性の分析と赤外線ガス分析計を用いた微生物呼吸速度の測定を行った。また、土壤微生物の群集構造を 1) 機能的（functional）、2) 分類学的（taxonomic）、3) 遺伝的（genetic）視点からとらえるため、それぞれに対応した解析手法である、1) 様々な炭素源の資化性に基づく群集レベル生理特性プロファイル（community-level physiological profile: CLPP）、2) 細胞膜成分であるリン脂質脂肪酸プロファイル（phospholipid fatty acid profile: PLFA）、3) PCR 増幅した 16S rDNA の変性剤濃度勾



配ゲル電気泳動後 (denaturing gradient gel electrophoresis: DGGE) のバンドパターン解析、を実施した。各解析で得られた多変量データは非計量多次元尺度構成法 (nonmetric multidimensional scaling: NMDS) にかき、各遷移段階の間で微生物群集構造の類似性を検討した。また、PLFA 法により得られた全脂肪酸量を微生物バイオマスの指標として用いた。

## 【結果】

島状群落の遷移に伴って、土壌中の有機物量、全炭素・窒素量は増加し、C/N 比は減少した。微生物バイオマスは Stage B と Stage I の間および Stage IIIb と Stage F の間で大きく増加し、土壌有機物量の増加と高い相関を示した。一方、微生物バイオマスあたりの呼吸速度 (呼吸活性) は遷移とともに減少した。

群集レベルでの生理特性 (炭素源資化性) を指標とする CLPP 法では、6 つの遷移段階は 1) Stage B、2) Stage I、3) Stage II-F の 3 グループに分類された (図 2a)。一方、分類学的視点に基づく手法である PLFA 法では、遷移初期である Stage B とそれ以外の Stage で区別された (図 2b)。また、遺伝的視点に基づく手法である DGGE 法では、1) Stage B、2) Stage I-IIIa、3) Stage IIIb-F、の 3 グループに分類された (図 2c)。

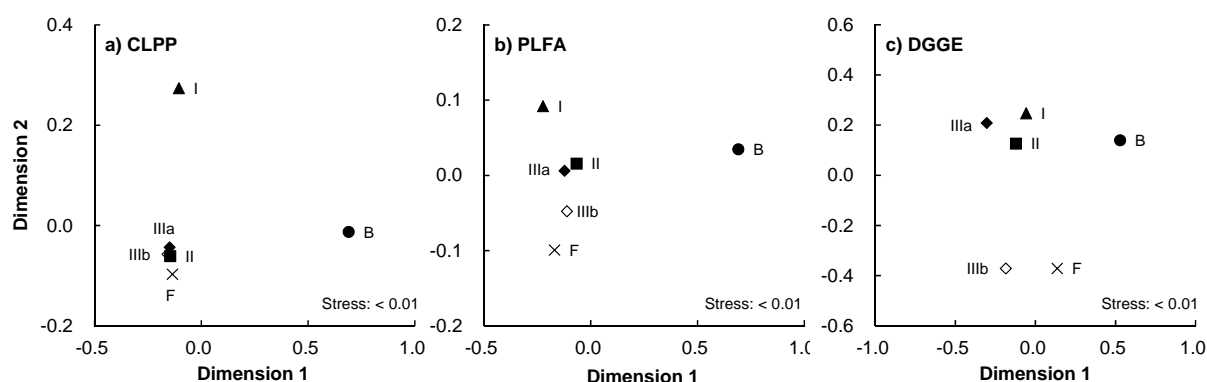


図 2 a) 群集レベル生理特性プロファイル (CLPP)、b) リン脂質脂肪酸 (PLFA) プロファイル、c) 変性剤濃度勾配ゲル電気泳動後のバンドパターン (DGGE) を指標にした非計量多次元尺度構成法 (NMDS) の結果。

## 【考察・結論】

一次遷移の進行にともなって土壌有機物が蓄積され、全炭素・窒素含量が増加することが示された。微生物バイオマスの増加にはこの土壌有機物の蓄積が重要であると考えられたが、特に先駆植物イタドリが侵入して島状群落を形成する“形成期” (Stage B-I 間) と、島状群落同士が近接・融合して森林を形成する段階である“成熟期” (Stage III-F 間) がバイオマス増加の上では重要な段階であった。DGGE 法と PLFA 法の NMDS 結果によると、微生物群集構造に大きな変化が見られたのは、イタドリが侵入する“形成期”と、草本を中心とする島状群落にカラマツが侵入する“木本侵入期” (Stage IIIa-IIIb 間) であった。これらの時期は優占植物種が大きく変化する時期であり、それに伴うリターや根渗出物の変化に起因する土壌有機物の質的な変化が微生物群集構造の変化につながったと考えられる。一方 CLPP 法では Stage II 以降の変化が明らかではなかった。この理由として CLPP 法に固有な方法論的な原因に加え、微生物群集の構成種や分類群が多少変化してもそれらの機能が相補的で、群集全体としての生理特性に大きな変化が生じなかったという可能性もある。

本研究の結果、火山荒原における土壌微生物群集の一次遷移には島状群落の発達が密接に関係していることが明らかになった。特に先駆草本のイタドリの定着は土壌有機物の量的・質的变化を招き、微生物群集の量的 (バイオマス)・質的 (呼吸活性、群集構造) 変化につながった。また、その後引き続き起こる草本を中心とする島状群落への木本類の侵入・定着も、土壌微生物の群集構造を大きく変える重要なイベントであることが明らかとなった。

## 研究テーマ：微生物による環境評価、植物病害診断技術の開発

所 属：植生資源研究部門 植生管理研究分野 教授

氏 名：景山 幸二

共同研究者：福井 博一（応用生物科学部）・須賀 晴久（生命科学総合研究支援センター）・渡辺 秀樹（岐阜県農業技術研究センター）・福田至郎（愛知県農業総合試験場）・鈴木啓史（三重県農業研究所）・鈴木幹彦（静岡県農林技術研究所）

研究協力者：石黒 泰・李 明珠（流域圏科学研究センター）・Ziaur Mohamad Rahman（大学院学生）・Baten MD Abdul（大学院学生）・三宅律幸（大学院学生）・堀田 佳祐（大学院学生）・大橋真琴（学部学生）・村山惠未（学部学生）・横地美の里（学部学生）・大坪 佳代子（流域圏科学研究センター）

### 1. 高温性の水媒伝染性病原菌のリアルタイム PCR による高感度定量検出技術の開発

昨年度より開始した平成 23 年度農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の「養液栽培における高温性水媒伝染病害の安全性診断マニュアルの策定」の研究である。当研究室が主査で、愛知、岐阜、三重、静岡の東海 4 県の農業研究所との共同研究として進めている。近年、地球温暖化および農業栽培形態の変化に伴い重大な問題となっている高温性水媒伝染病原菌 *Pythium aphanidermatum*、*P. helicoides*、*P. myriotylum* の簡易診断法を開発し、栽培施設内外の汚染度調査および養液中の病原菌モニタリングと被害予測による安全性診断法を確立する。さらに、これに既存の殺菌処理を組み合わせた安全性診断マニュアルを作成することを目標としている。当研究室の役割分担は、高感度定量検出技術の開発と簡易診断マニュアルの策定である。本年度は高温性の水媒伝染性病原菌のリアルタイム PCR による高感度定量検出技術の実用性検定および開発したリアルタイム PCR による愛知県および岐阜県で共同して提案された簡易検出技術の精度の検証を行った。

前年度に開発した 3 種病原菌の TaqMan プローブを用いたリアルタイム PCR 法の検出限界について検討したところ、菌体 DNA での検出限界は *P. aphanidermatum*、*P. helicoides*、*P. myriotylum* とも 10fg と高感度であった。また、遊走子 1 個の DNA 量および最少検出遊走子数は *P. aphanidermatum*、*P. myriotylum*、*P. helicoides* 間で大きな差はなく、それぞれ 0.15pg、0.18pg、0.13pg および 4 個、3 個、4 個であることが明らかとなった。

養液および土壌から定量検出をするため、最初に DNA 抽出法について検討した結果、養液については養液を濾過してメンブレンフィルター上に菌体を回収し、メンブレンごと DNA 抽出を行うことにより検出可能な方法を確認した。土壌からの DNA 抽出法は他の病原菌についてこれまでの研究で開発した方法を本対象 3 種についても適用できることを明らかにした。

愛知県担当のポインセチア 4 農家、三重県担当のトマト 3 農家において経時的に養液を採取し、リアルタイム PCR 法による定量と *Pythium* 選択培地を用いたメンブレンフィルターからの分離培養法と比較したところ同等の検出感度であることが明らかとなった。また、リアルタイム PCR によって測定した菌量の推移をみると、ポインセチア、トマト栽培ともに発病に関係なく菌が低濃度であるが常に生息しており、発病に伴い顕著に増加することが明らかになった。トマト栽培では発病回避のために養液を更新あるいは栽培用パネルを塩素殺菌しても菌が検出され、養液以外に農業資材などの伝染源があることが明らかになった（図 1）。

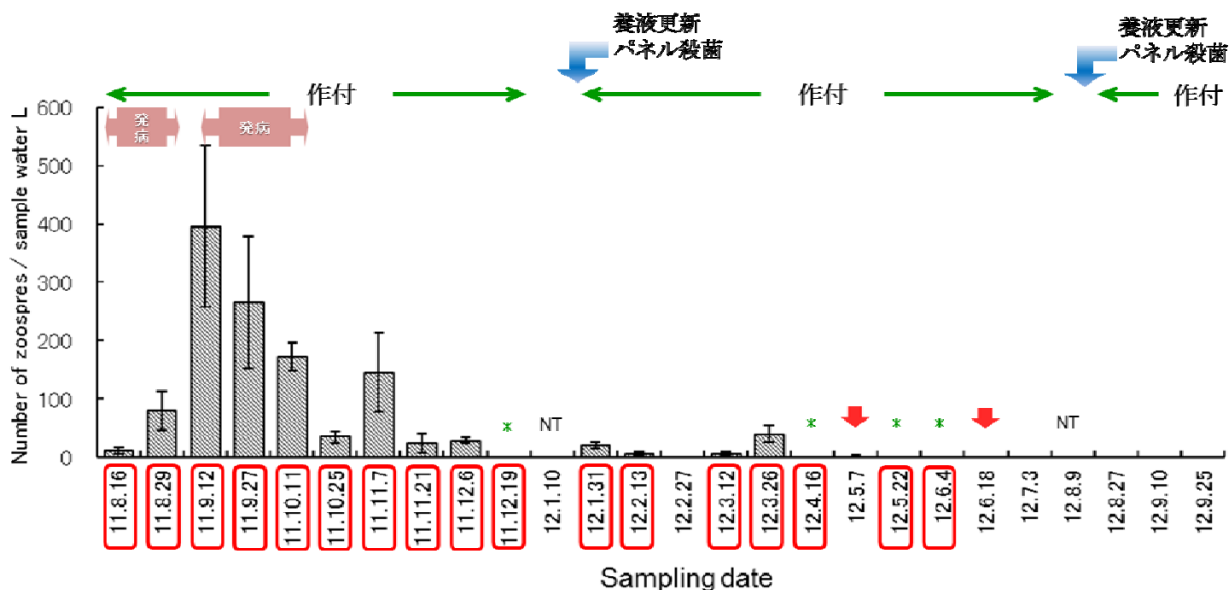


図 1 トマト養液栽培における養液中の *Pythium aphanidermatum* の菌量変動

- \* メンブレン-培養法では検出されたがリアルタイム PCR では検出されなかった
- ↓ リアルタイム PCR では検出されたが、メンブレン-培養法では検出されなかった

メンブレン・培養法で検出

土壌からの検出では自然汚染土壌を用いて、簡易検出法として提案されたベイト-培養法をリアルタイム PCR により検証したところ、同程度の検出感度があることが明らかとなった。さらに、*P. aphanidermatum* および *P. helicoides* についてリアルタイム PCR により測定された DNA 量と選択培地を用いた定量値に有意な相関が認められ、土壌中の菌の定量評価も可能であることが明らかになった（図 2）。

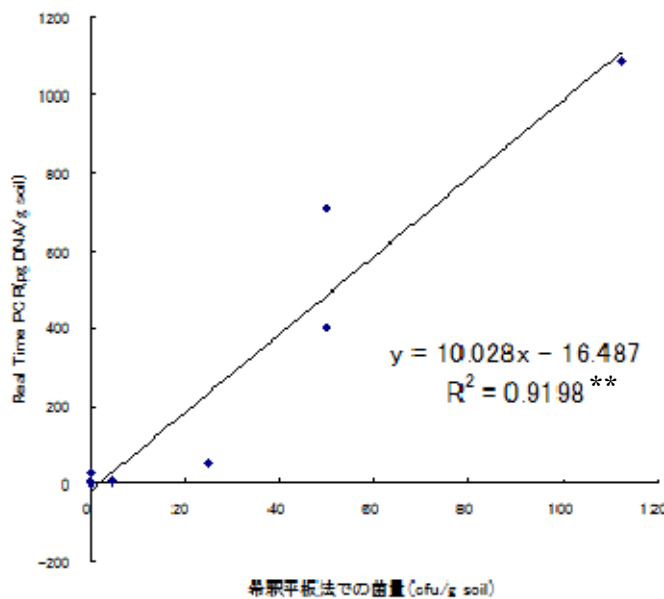


図 2 土壌中の *Pythium helicoides* のリアルタイム PCR による定量値と希釈平板法による定量値の相関関係

## 2. *Pythium irregular* の LAMP 法による簡易検出技術の開発

*P. irregulare* は多犯性の植物病原菌であり、近年ゼラニウム茎腐病やシクラメン根腐病による被害は深刻で生産をやめる農家も多くなってきている。これらの病害対策では発病後の防除ではなく、発病前の病原菌の伝染経路を明らかにして病原菌を元から絶つ防除対策が必須である。このためには病原菌の検出が重要な技術となるが、従来法は時間と熟練を必要とし現実的ではない。そこで、環境サンプルから簡易に病原菌を検出する技術の開発を試みた。簡易検出法として、Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) 法を *P. irregulare* に応用することとした。LAMP 法は、検出に最近よく利用されている PCR 法に比較して、特別な機器を必要とせず一定の温度さえ保持できれば反応が進み、高純度の DNA を必要としない、す

なわちサンプルからの DNA 抽出を必要としないことが特徴である。

RAPD-PCR により、*P. irregulare* に特異的なバンドを探索し、バンドの塩基配列を調べ、得られた塩基配列から LAMP 用プライマーを設計した。57 組中 1 組のプライマーセットで特異的な増幅がみられ、検出感度を調べたところ 1pg

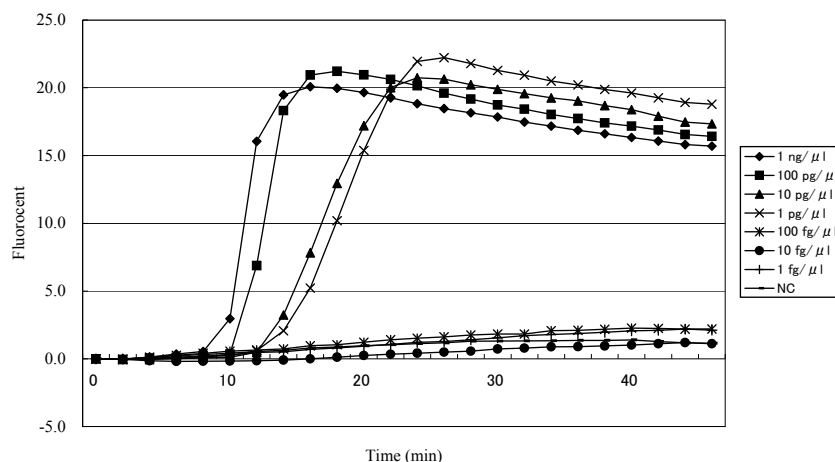


図 3 LAMP 法による *Pythium irregulare* 菌体 DNA の検出限界

ゼラニウムおよびシクラメン栽培農家の罹病植物および土壌に開発した LAMP 法を適用した。罹病植物からの検出については、根と滅菌水の混合物を鋳型に LAMP を行ったところ、*P. irregulare* が正確に検出された。土壌サンプルからの検出については、ベイト法の捕捉基質であるエゴマと滅菌水の混合物を鋳型に LAMP 反応を行っても正確に検出することができなかつたが、エゴマを NARM 培地上に置き、25°C の暗所で 1 日培養した後、含菌寒天と滅菌水の混合物を鋳型に LAMP 反応を行えば正確に検出することができた。これらの結果から、今回開発した LAMP プライマーでは、現場において *P. irregulare* による病害診断は正確に行うことができることが明らかとなった。

### 3. 浄水汚泥中に生息する *Pythium* 属菌

浄水汚泥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、浄水汚泥中に植物病原性 *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、浄水汚泥中の *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、浄水汚泥の安全性を診断することを目的とし、22 年度よりメタウォーター（株）との共同研究を進めている。

本年度も引続き愛知県 A 浄水場から出る浄水汚泥を平成 23 年 4 月から平成 24 年 12 月に毎月 1 度採取した。これまで浄水汚泥から直接 *Pythium* 属菌を選択培地により分離したが、本年度はより実益に近い条件下で試験するため、浄水汚泥に直接キュウリ、ハクサイ、トマトを栽培し発病の有無を判定した（図 4）。また、それぞれの植物から *Pythium* 属菌の分離を行った。分離された菌株は形態および rDNA ITS 領域の塩基配列に基づき種の同定を行った。

その結果、11 月サンプルのト

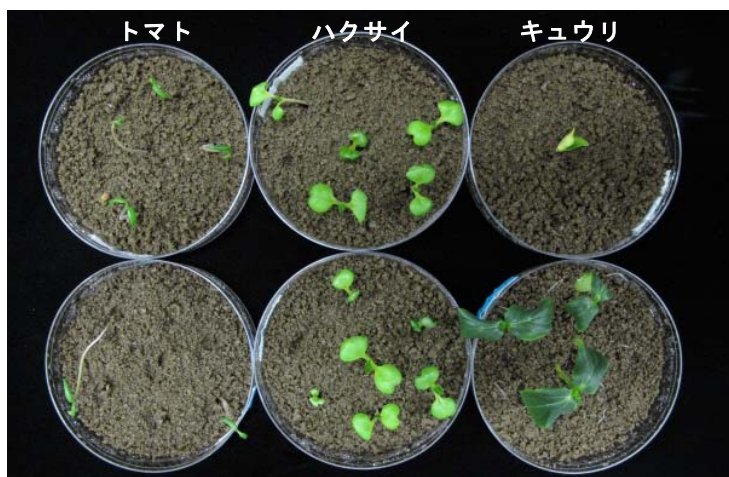


図 4 12 月に採取浄水汚泥に栽培した各種作物の生育



マト以外で 3 作物とも何れのサンプリング月でも程度に差はあるが出芽前立ち枯れ、出芽後立ち枯れあるいは生育不良が認められた。また、根あるいは腐敗種子からは *Pythium* 属菌が分離され、キュウリで分離率が高い傾向にあった（12.5～50%）。菌株の種同定を進めたところ植物病原菌として報告のある種として *P. arrhenomanes*、*P. myriotylum*、*P. sylvaticum*、*P. vexans* が分離されていたことが明らかとなった。

#### 4. *Pythium*、*Phytophthora* および *Phytophthora* 属菌の分類に関する研究

##### （1）*Phytophthora* 属

河川水、池水など淡水中での分布を調べるため四国地方の香川県 2 カ所、高知県 7 カ所、愛媛県 10 カ所で水を採取し、芝草を用いた捕捉法で分離を試みた。その結果、愛媛県の 3 カ所で *Phytophthora helicoides* が分離された。また、愛媛県 1 カ所で分子系統的に新種と思われる *Phytophthora* 属菌が分離された。

##### （2）*Phytophthora* 属

*Phytophthora* 属菌分子系統解析による分類学的再評価から、クズ、バラ、イチゴ、カラー、レタス、アスパラガスから分離された菌株は新種の可能性があることが示唆された。このうちクズの菌株については、分子系統分析、形態観察、生育温度反応から新種であることを明らかにした（図 5）。

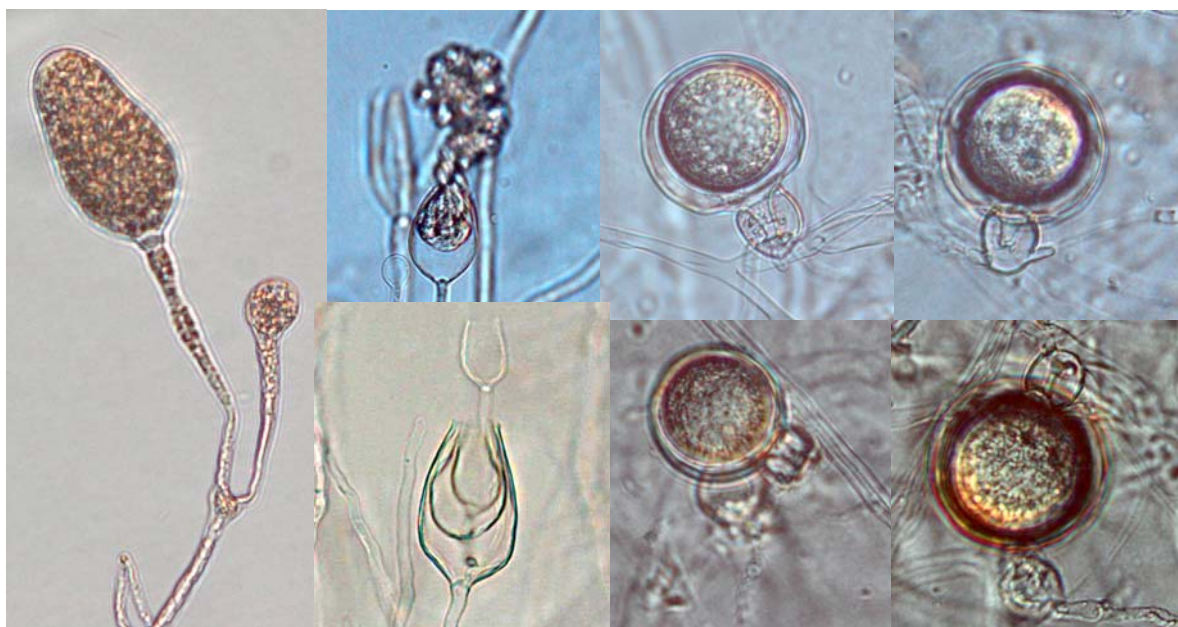


図 5 クズから分離された *Phytophthora* 属菌の形態

#### 5. 植物病害診断、菌株同定サービスおよび菌株分譲

1 農家より依頼のあったゼラニウムの萎凋症状について、病原菌の同定および施設の安全性診断を行い防除対策を提案した。5 研究機関から依頼のあった *Pythium* 属菌合計 26 菌株について塩基配列に基づく同定を行った。また、1 研究機関から依頼のあった *Phytophthora* 属菌 3 菌株を分譲した。



| シダ植物 |          |  |              |
|------|----------|--|--------------|
| 1    | ヒカゲノカズラ  | <i>Lycopodium clavatum</i>                         | 252 ヒカゲノカズラ科 |
| 2    | ホノトウグシバ  | <i>Lycopodium serratum</i> var. <i>serratum</i>    | 252 ヒカゲノカズラ科 |
| 3    | フユノハナワラビ | <i>Botrychium ternatum</i>                         | 256 ハナヤスリ科   |
| 4    | ヤマドリゼンマイ | <i>Osmunda cinnamomea</i>                          | 258 ゼンマイ科    |
| 5    | ゼンマイ     | <i>Osmunda japonica</i>                            | 258 ゼンマイ科    |
| 6    | ウラボ      | <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> | 265 コノノシカグマ科 |
| 7    | クジャクシダ   | <i>Adiantum pedatum</i>                            | 269 ホウライシダ科  |
| 8    | トラノオシダ   | <i>Asplenium incisum</i>                           | 272 チャセンシダ科  |
| 9    | シシガシラ    | <i>Blechnum niponicum</i>                          | 273 シシガシラ科   |
| 10   | サカゲイノデ   | <i>Polystichum retroso-paleaceum</i>               | 275 オシダ科     |
| 11   | ジュウモンジシダ | <i>Polystichum tripterum</i>                       | 275 オシダ科     |
| 12   | ヒメシダ     | <i>Thelypteris palustris</i>                       | 276 ヒメシダ科    |
| 13   | ミヤマワラビ   | <i>Thelypteris phegopteris</i>                     | 276 ヒメシダ科    |
| 14   | ヘビノネゴザ   | <i>Athyrium yokoscense</i>                         | 277 イワテンダ科   |
| 15   | イヌガンソク   | <i>Onoclea orientalis</i>                          | 277 イワテンダ科   |
| 16   | コウヤワラビ   | <i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>   | 277 イワテンダ科   |

| 裸子植物 |       |   |              |
|------|-------|---|--------------|
| 1    | イチヨウ  | <i>Ginkgo biloba</i>                              | 32 イチヨウ科 外来種 |
| 2    | ハイスガヤ | <i>Cephalotaxus harringtonia</i> var. <i>nana</i> | 34 イスガヤ科     |
| 3    | アカマツ  | <i>Pinus densiflora</i>                           | 41 マツ科       |

| 単子葉類 |             |   |                                       |
|------|-------------|---|---------------------------------------|
| 1    | ハルガヤ        | <i>Anthoxanthum odoratum</i>                      | 57 イネ科 外来種                            |
| 2    | トダシバ        | <i>Arundinella hirta</i>                          | 57 イネ科                                |
| 3    | ヤマガヤ        | <i>Calamagrostis epigeios</i>                     | 57 イネ科                                |
| 4    | カモガヤ        | <i>Dactylis glomerata</i>                         | 57 イネ科 要注意外来生物                        |
| 5    | カゼクサ        | <i>Eragrostis ferruginea</i>                      | 57 イネ科                                |
| 6    | オニウシノケグサ    | <i>Festuca arundinacea</i>                        | 57 イネ科 要注意外来生物                        |
| 7    | ハガワリトボシガラ   | <i>Festuca heterophylla</i>                       | 57 イネ科 外来種                            |
| 8    | オオウシノケグサ    | <i>Festuca rubra</i>                              | 57 イネ科 秋田県情報不足 (DD)                   |
| 9    | コウボウ        | <i>Hierochloa odorata</i> var. <i>pubescens</i>   | 57 イネ科                                |
| 10   | チガヤ         | <i>Imperata cylindrica</i>                        | 57 イネ科                                |
| 11   | チゴザサ        | <i>Isachne globosa</i>                            | 57 イネ科                                |
| 12   | スキ          | <i>Miscanthus sinensis</i>                        | 57 イネ科                                |
| 13   | チカラシバ       | <i>Pennisetum alopecuroides</i>                   | 57 イネ科                                |
| 14   | オオアワガエリ     | <i>Phleum pratense</i>                            | 57 イネ科 要注意外来生物                        |
| 15   | ヨシ          | <i>Phragmites australis</i>                       | 57 イネ科                                |
| 16   | クマイザサ       | <i>Sasa senanensis</i>                            | 57 イネ科                                |
| 17   | アキノエノコログサ   | <i>Setaria faberi</i>                             | 57 イネ科                                |
| 18   | キンエノコロ      | <i>Setaria glauca</i>                             | 57 イネ科                                |
| 19   | オオアブラススキ    | <i>Sporiopogon sibiricus</i>                      | 57 イネ科                                |
| 20   | メグルカヤ       | <i>Temeda triandra</i> var. <i>japonica</i>       | 57 イネ科 秋田県絶滅危惧IB類 (EN)                |
| 21   | カニツリグサ      | <i>Trisetum bifidum</i>                           | 57 イネ科                                |
| 22   | シバ          | <i>Zoysia japonica</i>                            | 57 イネ科                                |
| 23   | クロカワズスゲ     | <i>Carex arenicola</i>                            | 58 カヤツリグサ科                            |
| 24   | ハリガネスゲ      | <i>Carex capillaea</i>                            | 58 カヤツリグサ科                            |
| 25   | オクノカンスゲ     | <i>Carex foliosissima</i>                         | 58 カヤツリグサ科                            |
| 26   | ヒゴクサ        | <i>Carex japonica</i>                             | 58 カヤツリグサ科                            |
| 27   | テキリスゲ       | <i>Carex kiotensis</i>                            | 58 カヤツリグサ科 秋田県絶滅危惧IB類 (EN)            |
| 28   | ヒカゲスゲ       | <i>Carex lanceolata</i>                           | 58 カヤツリグサ科                            |
| 29   | ゴウソ         | <i>Carex maximowiczii</i>                         | 58 カヤツリグサ科                            |
| 30   | シバズゲ        | <i>Carex nervata</i>                              | 58 カヤツリグサ科                            |
| 31   | ミチノクホンモンジスゲ | <i>Carex stenostachys</i> var. <i>cuneata</i>     | 58 カヤツリグサ科                            |
| 32   | アゼスゲ        | <i>Carex thunbergii</i>                           | 58 カヤツリグサ科                            |
| 33   | ヒメグサ        | <i>Cyperus brevifolius</i> var. <i>leiolepis</i>  | 58 カヤツリグサ科                            |
| 34   | ヒメハリイ       | <i>Eleocharis kamschatcica</i>                    | 58 カヤツリグサ科                            |
| 35   | ヤマイ         | <i>Fimbristylis subbispicata</i>                  | 58 カヤツリグサ科                            |
| 36   | アブラガヤ       | <i>Scirpus wichurae</i>                           | 58 カヤツリグサ科                            |
| 37   | ツククサ        | <i>Ommelina communis</i>                          | 67 ツククサ科                              |
| 38   | イ           | <i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i>       | 70 イグサ科                               |
| 39   | ホソイ         | <i>Juncus setchuensis</i> var. <i>effusoides</i>  | 70 イグサ科                               |
| 40   | ハリコウガイゼキショウ | <i>Juncus wallichianus</i>                        | 70 イグサ科                               |
| 41   | イヌイ         | <i>Juncus yokoscensis</i>                         | 70 イグサ科                               |
| 42   | スズメノヤリ      | <i>Luzula capitata</i>                            | 70 イグサ科                               |
| 43   | ノビル         | <i>Allium grayi</i>                               | 72 ユリ科                                |
| 44   | チゴユリ        | <i>Disporum smilacinum</i>                        | 72 ユリ科                                |
| 45   | ヤブカンゾウ      | <i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i>      | 72 ユリ科                                |
| 46   | コバギボウシ      | <i>Hosta albo-marginata</i>                       | 72 ユリ科                                |
| 47   | ヤマユリ        | <i>Lilium auratum</i>                             | 72 ユリ科                                |
| 48   | オニユリ        | <i>Lilium lancifolium</i>                         | 72 ユリ科                                |
| 49   | コオニユリ       | <i>Lilium leichlinii</i> var. <i>maximowiczii</i> | 72 ユリ科                                |
| 50   | ヒメヤブラン      | <i>Liriope minor</i>                              | 72 ユリ科                                |
| 51   | ツクバネソウ      | <i>Paris tetraphylla</i>                          | 72 ユリ科                                |
| 52   | ヒメイズイ       | <i>Polygonatum humile</i>                         | 72 ユリ科                                |
| 53   | ツルボ         | <i>Scilla scilloides</i>                          | 72 ユリ科 秋田県準絶滅危惧 (NT)                  |
| 54   | サルトリイバラ     | <i>Smilax china</i>                               | 72 ユリ科                                |
| 55   | シオデ         | <i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>     | 72 ユリ科                                |
| 56   | オニドコロ       | <i>Dioscorea tokoro</i>                           | 75 ヤマノイモ科                             |
| 57   | ノハナシヨウブ     | <i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i>          | 76 アヤメ科                               |
| 58   | キシヨウブ       | <i>Iris pseudacorus</i>                           | 76 アヤメ科                               |
| 59   | エビネ         | <i>Galanthe discolor</i>                          | 82 ラン科 要注意外来生物                        |
| 60   | カキラン        | <i>Epipactis thunbergii</i>                       | 82 ラン科 国準絶滅危惧 (NT), 秋田県準絶滅危惧 (NT)     |
| 61   | ミズトンボ       | <i>Habenaria sagittifera</i>                      | 82 ラン科 秋田県準絶滅危惧 (NT)                  |
| 62   | ツレサギソウ      | <i>Platanthera japonica</i>                       | 82 ラン科 国絶滅危惧II類 (VU), 秋田県絶滅危惧IB類 (EN) |
| 63   | ネジバナ        | <i>Spiranthes sinensis</i> var. <i>amoena</i>     | 82 ラン科 秋田県絶滅危惧IB類 (EN)                |

| 双子葉類 |             |  |
|------|-------------|--|
| 1    | ドクダミ        | Houttuynia cordata 84 ドクダミ科                                |
| 2    | ヒトリシズカ      | Chloranthus japonicus 86 センリョウ科                            |
| 3    | フタリシズカ      | Chloranthus serratus 86 センリョウ科                             |
| 4    | ヤマナラシ       | Populus sieboldii 87 ヤナギ科                                  |
| 5    | イヌコリヤナギ     | Salix integra 87 ヤナギ科                                      |
| 6    | キツネヤナギ      | Salix vulpina 87 ヤナギ科                                      |
| 7    | クリ          | Castanea crenata 91 ブナ科                                    |
| 8    | ミズナラ        | Quercus crispula 91 ブナ科                                    |
| 9    | カラハナソウ      | Humulus lupulus var. cordifolius 93 クワ科                    |
| 10   | ヤマグワ        | Morus australis 93 クワ科                                     |
| 11   | アカソ         | Boehmeria tricuspis 94 イラクサ科                               |
| 12   | カナビキソウ      | Thesium chinense 96 ヒヤクダン科                                 |
| 13   | ウスバサイシン     | Asiasarum sieboldii 100 ウマノズクサ科                            |
| 14   | イヌタデ        | Persicaria longiseta 102 タデ科                               |
| 15   | イタドリ        | Reynoutria japonica 102 タデ科                                |
| 16   | オオイタドリ      | Reynoutria sachalinensis 102 タデ科                           |
| 17   | スイバ         | Rumex acetosella 102 タデ科                                   |
| 18   | イノコズチ       | Achyranthes bidentata var. japonica 104 ヒユ科                |
| 19   | オランダミミナグサ   | Cerastium glomeratum 111 ナデシコ科                             |
| 20   | ミミナグサ       | Cerastium holosteoides var. hallaisanense 111 ナデシコ科        |
| 21   | カワラナデシコ     | Dianthus superbus var. longicalycinus 111 ナデシコ科            |
| 22   | オオヤマフスマ     | Moehringia lateriflora 111 ナデシコ科                           |
| 23   | センニンソウ      | Clematis terniflora 117 キンボウゲ科                             |
| 24   | ヤマシヤクヤク     | Paeonia japonica 117 ボタン科 国準絶滅危惧(NT), 秋田県準絶滅危惧(NT)         |
| 25   | オキナグサ       | Pulsatilla cernua 117 キンボウゲ科 国絶滅危惧II類(VU), 秋田県絶滅危惧II類(EN)  |
| 26   | ウマノアシガタ     | Ranunculus japonicus 117 キンボウゲ科                            |
| 27   | アキカラマツ      | Thalictrum minus var. hypoleucum 117 キンボウゲ科                |
| 28   | ゴウアケビ       | Akebia x pentaphylla 118 アケビ科                              |
| 29   | ミツバアケビ      | Akebia trifoliata 118 アケビ科                                 |
| 30   | ヒロハハビノボラス   | Berberis amurensis 119 メギ科                                 |
| 31   | キバナイカリソウ    | Epimedium koreanum 119 メギ科                                 |
| 32   | アオツツラフジ     | Cocculus trilobus 120 ツツラフジ科                               |
| 33   | ホオノキ        | Magnolia obovata 121 モクレン科                                 |
| 34   | マツブサ        | Schisandra nigra 121 マツブサ科                                 |
| 35   | オオバクロモジ     | Lindera umbellata var. membranacea 125 クスノキ科               |
| 36   | ムラサキケマン     | Corydalis incisa 127 ケシ科                                   |
| 37   | ハルザキヤマガラシ   | Barbarea vulgaris 129 アブラナ科 要注意外来生物                        |
| 38   | コンロンソウ      | Cardamine leucantha 129 アブラナ科                              |
| 39   | モウセンゴケ      | Drosera rotundifolia 133 モウセンゴケ科                           |
| 40   | キリンソウ       | Sedum aizoon var. floribundum 135 ベンケイソウ科                  |
| 41   | トリアシショウマ    | Astilbe thunbergii var. congesta 137 ユキノシタ科                |
| 42   | ウツギ         | Deutzia crenata 137 ユキノシタ科                                 |
| 43   | ノリウツギ       | Hydrangea paniculata 137 ユキノシタ科                            |
| 44   | ツルアジサイ      | Hydrangea petiolaris 137 ユキノシタ科                            |
| 45   | ウメバチソウ      | Parnassia palustris var. multisetata 137 ユキノシタ科            |
| 46   | イワガラミ       | Schizophragma hydrangeoides 137 ユキノシタ科                     |
| 47   | キンミズヒキ      | Agrimonia pilosa var. japonica 141 バラ科                     |
| 48   | ダイコンソウ      | Geum japonicum 141 バラ科                                     |
| 49   | キジムシロ       | Potentilla fragarioides var. major 141 バラ科                 |
| 50   | ミツバツチグリ     | Potentilla freyniana 141 バラ科                               |
| 51   | ヒロハノカワラサイコ  | Potentilla nipponica 141 バラ科 国絶滅危惧II類(VU), 秋田県準絶滅危惧II類(VU) |
| 52   | クロバナクロウゲ    | Potentilla palustris 141 バラ科 秋田県準絶滅危惧II類(VU)               |
| 53   | カマツカ        | Pourthiaea villosa var. laevis 141 バラ科                     |
| 54   | ケカマツカ       | Pourthiaea villosa var. zollingeri 141 バラ科                 |
| 55   | サトザクラ       | Prunus lannesiana 141 バラ科 植栽                               |
| 56   | カスミザクラ      | Prunus verecunda 141 バラ科                                   |
| 57   | ノイバラ        | Rosa multiflora 141 バラ科                                    |
| 58   | ハマナス        | Rosa rugosa 141 バラ科  |
| 59   | モミジチゴ       | Rubus palmatus var. coptophyllus 141 バラ科                   |
| 60   | ナワシロイチゴ     | Rubus parvifolius 141 バラ科                                  |
| 61   | ウラジロイチゴ     | Rubus phoenicolasius 141 バラ科                               |
| 62   | ニワナナカマド     | Sorbaria kirilowii 141 バラ科 植栽?                             |
| 63   | コマツナギ       | Indigofera pseudo-tinctoria 142 マメ科                        |
| 64   | ヤマハギ        | Lespedeza bicolor 142 マメ科                                  |
| 65   | メドハギ        | Lespedeza japonica var. subsessilis 142 マメ科                |
| 66   | ハイメドハギ      | Lespedeza juncea var. serpens 142 マメ科                      |
| 67   | ミヤコグサ       | Lotus corniculatus var. japonicus 142 マメ科                  |
| 68   | クズ          | Pueraria lobata 142 マメ科                                    |
| 69   | ハリエンジュ      | Robinia pseudoacacia 142 マメ科 要注意外来生物                       |
| 70   | センダイハギ      | Thermopsis lupinoides 142 マメ科 秋田県準絶滅危惧(NT)                 |
| 71   | ムラサキツメクサ    | Trifolium pratense 142 マメ科 外来種                             |
| 72   | シロツメクサ      | Trifolium repens 142 マメ科 外来種                               |
| 73   | ツルフジバカマ     | Vicia amoena 142 マメ科                                       |
| 74   | クサフジ        | Vicia cracca 142 マメ科                                       |
| 75   | フジ          | Wisteria floribunda 142 マメ科                                |
| 76   | ゲンノショウコ     | Geranium nepalense subsp. Thunbergii 143 フウロソウ科            |
| 77   | ハクサンフウロ     | Geranium yesoense var. nipponicum 143 フウロソウ科 秋田県準絶滅危惧(NT)  |
| 78   | カタバミ        | Oxalis corniculata 144 カタバミ科                               |
| 79   | キバナノマツバニンジン | Linum medium var. medium 146 アマ科 外来種                       |
| 80   | ヒメハギ        | Polygala japonica 154 ヒメハギ科                                |
| 81   | ナツトウダイ      | Euphorbia sieboldiana 155 トウダイグサ科                          |
| 82   | ドクウツギ       | Coriaria japonica 159 ドクウツギ科                               |
| 83   | ツタウルシ       | Rhus ambigua 160 ウルシ科                                      |
| 84   | ツルウメモドキ     | Celastrus orbiculatus 162 ニシキギ科                            |
| 85   | コマユミ        | Euonymus alatus forma striatus 162 ニシキギ科                   |
| 86   | ミツバウツギ      | Staphylea bumalda 163 ミツバウツギ科                              |
| 87   | エゾイタヤ       | Acer mono var. glabrum 165 カエデ科                            |
| 88   | ノブドウ        | Ampelopsis brevipedunculata var. heterop 171 ブドウ科          |
| 89   | ツタ          | Parthenocissus tricuspidata 171 ブドウ科                       |
| 90   | サンカクヅル      | Vitis flexuosa 171 ブドウ科                                    |
| 91   | エビヅル        | Vitis thunbergii 171 ブドウ科                                  |
| 92   | マタタビ        | Actinidia polygama 177 マタタビ科                               |
| 93   | オトギリソウ      | Hypericum erectum 179 オトギリソウ科                              |
| 94   | オオタチツボスミレ   | Viola kusanoana 184 スミレ科                                   |
| 95   | スミレ         | Viola mandshurica 184 スミレ科                                 |
| 96   | ニオイタチツボスミレ  | Viola obtusa 184 スミレ科                                      |
| 97   | ナガハシスミレ     | Viola rostrata var. japonica 184 スミレ科                      |
| 98   | ツボスミレ       | Viola verecunda 184 スミレ科                                   |
| 99   | アギスミレ       | Viola verecunda var. semilunaris 184 スミレ科                  |

|     |            |  |     |          |                                |
|-----|------------|--|-----|----------|--------------------------------|
| 100 | アキグミ       | <i>Elaeagnus umbellata</i>                           | 192 | グミ科      |                                |
| 101 | エゾミノハギ     | <i>Lythrum salicaria</i>                             | 193 | ミノハギ科    |                                |
| 102 | メマトヨイグサ    | <i>Oenothera biennis</i>                             | 202 | アカバナ科    | 要注意外来生物                        |
| 103 | オオマトヨイグサ   | <i>Oenothera erythrosepala</i>                       | 202 | アカバナ科    | 外来種                            |
| 104 | アリノトウグサ    | <i>Haloragis micrantha</i>                           | 203 | アリノトウグサ科 |                                |
| 105 | ウド         | <i>Aralia cordata</i>                                | 205 | ウコギ科     |                                |
| 106 | タラノキ       | <i>Aralia elata</i>                                  | 205 | ウコギ科     |                                |
| 107 | ハリギリ       | <i>Kalopanax pictus</i>                              | 205 | ウコギ科     |                                |
| 108 | トチバニンジン    | <i>Panax japonicus</i>                               | 205 | ウコギ科     |                                |
| 109 | アマニユウ      | <i>Angelica edulis</i>                               | 206 | セリ科      |                                |
| 110 | シシウド       | <i>Angelica pubescens</i>                            | 206 | セリ科      |                                |
| 111 | シヤク        | <i>Anthriscus aemula</i>                             | 206 | セリ科      |                                |
| 112 | ノランジン      | <i>Daucus carota</i>                                 | 206 | セリ科      | 外来種                            |
| 113 | オオチドメ      | <i>Hydrocotyle ramiflora</i>                         | 206 | セリ科      |                                |
| 114 | イブキボウフウ    | <i>Libanotis coreana</i>                             | 206 | セリ科      |                                |
| 115 | ハナイカダ      | <i>Helwingia japonica</i>                            | 207 | ミズキ科     |                                |
| 116 | レンゲツツジ     | <i>Rhododendron japonicum</i>                        | 211 | ツツジ科     |                                |
| 117 | ヤマツツジ      | <i>Rhododendron obtusum</i> var. <i>kaempferi</i>    | 211 | ツツジ科     |                                |
| 118 | ナツハゼ       | <i>Vaccinium oldhamii</i>                            | 211 | ツツジ科     |                                |
| 119 | コナスビ       | <i>Lysimachia japonica</i>                           | 213 | サクランソウ科  |                                |
| 120 | オカトラノオ     | <i>Lysimachia clethroides</i>                        | 213 | サクランソウ科  |                                |
| 121 | スマトラノオ     | <i>Lysimachia fortunei</i>                           | 213 | サクランソウ科  |                                |
| 122 | クサレダマ      | <i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i>      | 213 | サクランソウ科  |                                |
| 123 | エノリンドウ     | <i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i>        | 221 | リンドウ科    |                                |
| 124 | フヂリンドウ     | <i>Gentiana zollingeri</i>                           | 221 | リンドウ科    |                                |
| 125 | ミツガシワ      | <i>Menyanthes trifoliata</i>                         | 221 | ミツガシワ科   |                                |
| 126 | センブリ       | <i>Swertia japonica</i>                              | 221 | リンドウ科    |                                |
| 127 | イケマ        | <i>Cynanchum caudatum</i>                            | 223 | ガガイモ科    |                                |
| 128 | スズサイコ      | <i>Cynanchum paniculatum</i>                         | 223 | ガガイモ科    | 国準絶滅危惧 (NT), 秋田県留意種            |
| 129 | ガガイモ       | <i>Metaplexis japonica</i>                           | 223 | ガガイモ科    |                                |
| 130 | ヒルガオ       | <i>Calystegia japonica</i>                           | 224 | ヒルガオ科    |                                |
| 131 | ホタルカズラ     | <i>Lithospermum zollingeri</i>                       | 227 | ムラサキ科    |                                |
| 132 | カイジンドウ     | <i>Ajuga ciliata</i> var. <i>villosior</i>           | 229 | シソ科      | 国絶滅危惧II類 (VU)                  |
| 133 | クルマバナ      | <i>Clinopodium chinense</i>                          | 229 | シソ科      |                                |
| 134 | ナギナタコウジュ   | <i>Eisholtzia ciliata</i>                            | 229 | シソ科      |                                |
| 135 | カキドオシ      | <i>Glechoma hederacea</i> subsp. <i>grandis</i>      | 229 | シソ科      |                                |
| 136 | ヒメオドリコソウ   | <i>Lamium purpureum</i>                              | 229 | シソ科      | 外来種                            |
| 137 | ウツボグサ      | <i>Prunella vulgaris</i> subsp. <i>Asiatica</i>      | 229 | シソ科      |                                |
| 138 | ヒキヨモギ      | <i>Siphonostegia chinensis</i>                       | 231 | ゴマノハグサ科  |                                |
| 139 | ビロードモウズイカ  | <i>Verbascum thapsus</i>                             | 231 | ゴマノハグサ科  | 外来種                            |
| 140 | オオナンバンギセル  | <i>Aeginetia sinensis</i>                            | 235 | ハマウツボ科   | 秋田県準絶滅危惧 (NT)                  |
| 141 | ハエドクソウ     | <i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>      | 240 | ハエドクソウ科  |                                |
| 142 | オオハコ       | <i>Plantago asiatica</i>                             | 241 | オオハコ科    |                                |
| 143 | ヘラオオハコ     | <i>Plantago lanceolata</i>                           | 241 | オオハコ科    | 要注意外来生物                        |
| 144 | ホソバノヨツバムグラ | <i>Galium trifidum</i> var. <i>brevipedunculatum</i> | 242 | アカネ科     |                                |
| 145 | エノカワラマツバ   | <i>Galium verum</i> var. <i>trachycarpum</i>         | 242 | アカネ科     |                                |
| 146 | アカネ        | <i>Rubia argyi</i>                                   | 242 | アカネ科     |                                |
| 147 | エノヒヨウタンボク  | <i>Lonicera alpigena</i> subsp. <i>Glehni</i>        | 243 | スイカズラ科   | 国絶滅危惧 II 類 (VU), 秋田県絶滅危惧 I A 類 |
| 148 | キンギンボク     | <i>Lonicera morrowii</i>                             | 243 | スイカズラ科   |                                |
| 149 | ニワトコ       | <i>Sambucus racemosa</i> subsp. <i>sieboldiana</i>   | 243 | スイカズラ科   |                                |
| 150 | ガマズミ       | <i>Viburnum dilatatum</i>                            | 243 | スイカズラ科   |                                |
| 151 | カンボク       | <i>Viburnum opulus</i> var. <i>calvescens</i>        | 243 | スイカズラ科   |                                |
| 152 | タニウツギ      | <i>Weigela hortensis</i>                             | 243 | スイカズラ科   |                                |
| 154 | オミナエシ      | <i>Patrinia scabiosaefolia</i>                       | 245 | オミナエシ科   |                                |
| 155 | オトコエシ      | <i>Patrinia villosa</i>                              | 245 | オミナエシ科   |                                |
| 156 | ツリガネニンジン   | <i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>     | 248 | キキョウ科    |                                |
| 157 | ホタルブクロ     | <i>Campanula punctata</i>                            | 248 | キキョウ科    | 絶滅危惧II類 (VU)                   |
| 158 | セイヨウノコギリソウ | <i>Achillea millefolium</i>                          | 250 | キク科      | 外来種                            |
| 159 | フタクサ       | <i>Ambrosia artemisiifolia</i>                       | 250 | キク科      |                                |
| 160 | ヒメヨモギ      | <i>Artemisia feddei</i>                              | 250 | キク科      | 秋田県絶滅危惧II類 (VU)                |
| 161 | オトコヨモギ     | <i>Artemisia japonica</i>                            | 250 | キク科      |                                |
| 162 | ヨモギ        | <i>Artemisia princeps</i>                            | 250 | キク科      |                                |
| 163 | ノコンギク      | <i>Aster ageratoides</i> subsp. <i>ovatus</i>        | 250 | キク科      |                                |
| 164 | ゴマナ        | <i>Aster glehni</i> var. <i>hondoensis</i>           | 250 | キク科      |                                |
| 165 | シラヤマギク     | <i>Aster scaber</i>                                  | 250 | キク科      |                                |
| 166 | タチアザミ      | <i>Cirsium inundatum</i>                             | 250 | キク科      |                                |
| 167 | ノアザミ       | <i>Cirsium japonicum</i>                             | 250 | キク科      |                                |
| 168 | オオノアザミ     | <i>Cirsium oligophyllum</i> subsp. <i>Aomorense</i>  | 250 | キク科      |                                |
| 169 | ヒメムカシヨモギ   | <i>Conyza canadensis</i>                             | 250 | キク科      |                                |
| 170 | オオアレチノギク   | <i>Conyza sumatrensis</i>                            | 250 | キク科      |                                |
| 171 | オオケンケイギク   | <i>Coreopsis lanceolata</i>                          | 250 | キク科      | 特定外来生物                         |
| 172 | アズマギク      | <i>Erigeron thunbergii</i>                           | 250 | キク科      | 秋田県準絶滅危惧 (NT)                  |
| 173 | サワヒヨドリ     | <i>Eupatorium lindleyanum</i>                        | 250 | キク科      |                                |
| 174 | チチコグサ      | <i>Gnaphalium japonicum</i>                          | 250 | キク科      |                                |
| 175 | ヤナギタンポポ    | <i>Hieracium umbellatum</i>                          | 250 | キク科      |                                |
| 176 | フタナ        | <i>Hypochoeris radicata</i>                          | 250 | キク科      | 要注意外来生物                        |
| 177 | カセンソウ      | <i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i>           | 250 | キク科      |                                |
| 178 | ニガナ        | <i>Ixeris dentata</i>                                | 250 | キク科      |                                |
| 179 | ユウガギク      | <i>Kalimeris pinnatifida</i>                         | 250 | キク科      |                                |
| 180 | アキノノゲシ     | <i>Lactuca indica</i>                                | 250 | キク科      |                                |
| 181 | センボンヤリ     | <i>Leibnitzia anandria</i>                           | 250 | キク科      |                                |
| 182 | フランスギク     | <i>Leucanthemum vulgare</i>                          | 250 | キク科      | 外来種                            |
| 183 | フキ         | <i>Petasites japonicus</i>                           | 250 | キク科      |                                |
| 184 | コウゾリナ      | <i>Picris hieracioides</i> subsp. <i>Japonica</i>    | 250 | キク科      |                                |
| 185 | オオニガナ      | <i>Prenanthes tanakae</i>                            | 250 | キク科      | 国準絶滅危惧 (NT), 秋田県留意種            |
| 186 | サワオグルマ     | <i>Senecio pierotii</i>                              | 250 | キク科      |                                |
| 187 | タムラソウ      | <i>Serratula coronata</i> subsp. <i>insularis</i>    | 250 | キク科      |                                |
| 188 | セイタカアワダチソウ | <i>Solidago altissima</i>                            | 250 | キク科      | 要注意外来生物                        |
| 189 | オオアワダチソウ   | <i>Solidago gigantea</i> var. <i>leiophylla</i>      | 250 | キク科      | 要注意外来生物                        |
| 190 | アキノキリンソウ   | <i>Solidago virga-aurea</i> subsp. <i>asiatica</i>   | 250 | キク科      |                                |
| 191 | ヒメジョオン     | <i>Stenactis annuus</i>                              | 250 | キク科      | 要注意外来生物                        |
| 192 | オヤマボクチ     | <i>Symnus pungens</i>                                | 250 | キク科      |                                |
| 193 | エノタンポポ     | <i>Taraxacum hondoense</i>                           | 250 | キク科      |                                |
| 194 | セイヨウタンポポ   | <i>Taraxacum officinale</i>                          | 250 | キク科      | 外来種                            |



## 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広域評価

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・魯南賑・栗林正俊（流域圏科学研究センター）・梁配平・山田晃嗣（大学院学生）・庄司千佳・長尾彩加（学部学生）・永井信（海洋研究開発機構）・野田響（筑波大学）・三枝信子（国立環境研究所，流域圏科学研究センター・植生景観研究分野客員教授）・鎌倉真依（奈良女子大学）・伊藤昭彦（国立環境研究所）・日浦勉・中路達郎・中村誠宏（北海道大学）・井上智晴（早稲田大学）

研究協力者：村山昌平・近藤裕昭（産業技術総合研究所）・Yowhan Son（高麗大学，植生生理生態研究分野客員教授）・John Tenhunen（パイロイト大学）・車戸憲二・宮本保則（流域圏科学研究センター高山試験地）・吉竹晋平（流域圏科学研究センター）

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。前者では特に植物葉の光合成、呼吸、蒸散、色素量などの生理・生化学的特性と、葉面積成長や林冠構造などの形態学的特性が担う生理生態学的プロセスに着目することにより、(1) 森林生態系の炭素吸収・放出量の生態学的メカニズムの解明、および (2) リモートセンシングによる森林キャノピーの光合成生産力の観測手法の開発および高度化を研究の目標としている。平成 24 年度は特に落葉広葉樹林の林冠部葉群と土壌の野外温暖化実験に注力し、温度環境の変化が葉群フェノロジーや光合成生産力、土壌呼吸活性にもたらす影響の実験的解明とその機構のモデル化を進めた。また、中部山岳域の森林生態系の炭素収支の広域評価を目指した気候モデルの改良と検証に着手した。

### 1. 野外での温度環境の変化が林冠部葉群フェノロジーと光合成特性にもたらす影響（村岡）

陸域生態系の炭素循環は地球環境調節の重要な機能であると同時に、生態系の生態学的機構の根幹をなすプロセスである。現在の生態系科学には、気候変動に対する森林生態系機能の応答や脆弱性の実験的解明と予測が強く求められている。報告者らは最先端・次世代研究開発プログラムの一環として、冷温帯落葉広葉樹林の炭素吸収・放出過程に対する温度環境の影響解明を目指している。本報告では、高山試験地（TKY サイト）でミズナラ（*Quercus crispula*）成木を対象として実施した野外温暖化実験の経過を示す。

TKY サイトの林冠観測タワー（高さ約 18m）が囲むミズナラ成木の樹冠の一部を 2011 年 5 月に開放型温室（Open-Top Canopy Chamber : OTCC）で囲い、温度の上昇（晴天時に約 5 度上昇）がミズナラ個葉の展葉・黄葉フェノロジー、および光合成・暗呼吸速度の温度反応にもたらす影響の調査を開始した。2012 年には、展葉・黄葉フェノロジーを、葉長とクロロフィル含量指標（SPAD）の計測、ならびにデジタルカメラ画像の RGB 解析によりモニタリングした。また個葉光合成・呼吸速度の温度依存性、ならびに個葉分光特性（光の透過、反射、吸収率）を季節を通じて測定した。

枝葉の加温は展葉開始日を約 5 日間早め、黄葉を約 5 日間遅らせた（図 1）。クロロフィル含量と最大光合成速度（ $A_{max}$ ）は季節を通じて温暖化区の方が高い傾向が続き、8 月上旬の  $A_{max}$  には約 25% の差が生じた（図 2）。ただし形態的特性（LMA）には差は見られなかった。今後は温度環境の違いが生理生態学的特性への影響を介して林冠スケールでの光合成生産量に及ぼす影響をモデル解析するとともに、葉群に対する温暖化影響を分光観測により検出する手法を検討する。

自動制御式デジタルカメラによる葉群フェノロジー観測

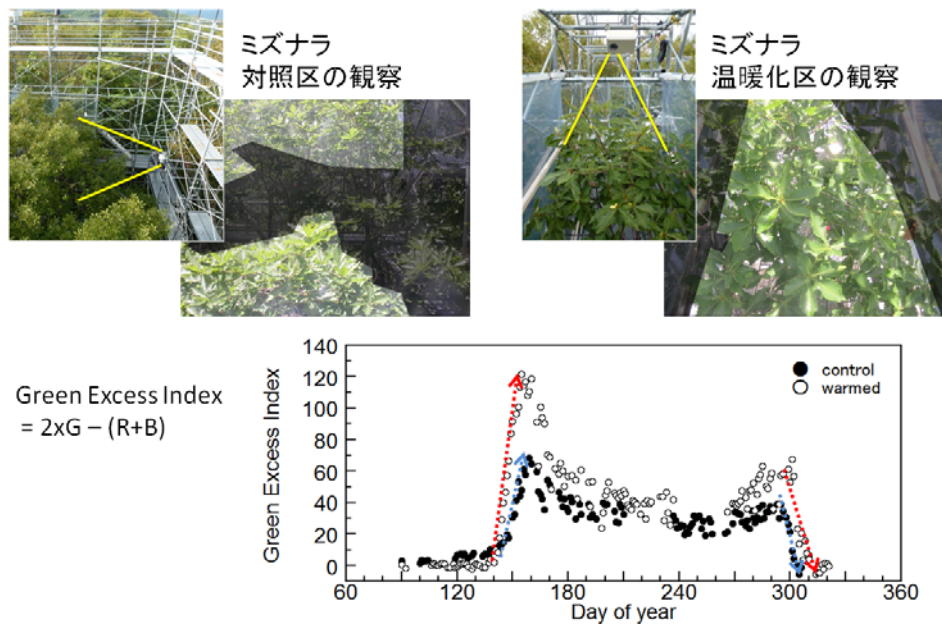


図 1 落葉広葉樹林のミズナラ樹冠での温暖化処理が葉群の展葉・黄葉にもたらす影響のカメラ観測

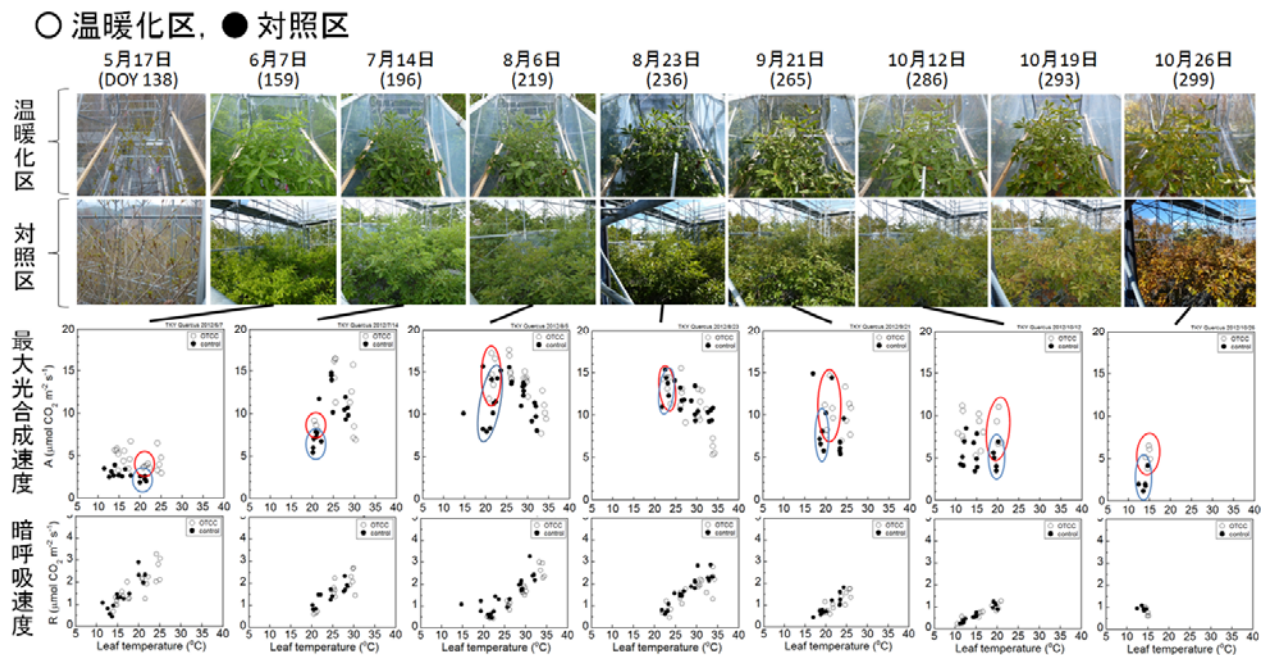


図 2 温暖化処理がミズナラ個葉の光合成・呼吸速度の温度依存性に及ぼす影響。

2. 林床ササ群落を有する冷温帯落葉広葉樹林における炭素収支に対する気候変動の影響評価（斎藤）

気候変動が森林生態系炭素収支に及ぼす影響を検討することは、森林生態系機能の維持管理や大気への二酸化炭素フィードバックを評価する上で喫緊の課題である。温帯広範に優占する落葉広葉樹林では、その生育期間が光合成による炭素吸収および呼吸による炭素放出の季節変化に大きな影響を与える可能性をもつ。このため、温暖化が進行する気候変動下における落葉広葉樹林炭素収支を知るためには、温暖化による生育期間延長が落葉広葉樹林の森林生態系炭素収支にどのような影響を与えるのかを評価することが重要となる。本研究では、林床ササ群落を有する冷温帯落葉広葉樹林（AsiaFlux TKY site; 36°08'N, 137°25'E, 1420 m a.s.l.）

を対象として、(1) デジタルカメラ画像による群落フェノロジーと気温データを用いた群落フェノロジーモデルの構築(2) 観測値に基づいた生態系モデル(改良版 NCAR/LSM)の検証・最適化、(3) CMIP3 Multi-Climate Models を用いた生育期間および炭素収支の将来予測を行い、温暖化の影響によって延長された生育期間が落葉広葉樹林の炭素収支に与える影響について評価した。

まず、高山落葉広葉樹林サイトにおける 2004 年から 2009 年までのデジタルカメラ画像と気温データを用いて、落葉広葉樹林の展葉開始日、紅葉開始日、落葉終了日と気温の関係を調査した。この結果、(1) 展葉開始日は 1 月 1 日からの日積算気温(基準温度 5°C)が  $140.0 \pm 13.5$ °C (平均±標準偏差) のとき、(2) 紅葉開始日は 5 日移動平均気温が  $10.8 \pm 1.3$ °C 以下になったとき、(3) 紅葉開始日から落葉終了日までの期間(落葉期間)は  $30.7 \pm 4.0$  日であることが明らかとなった。これらの気温と群落フェノロジーの関係を CMIP3 Multi-Climate Models の A1B, A2, B1 シナリオの将来予測気温に適用し、展葉開始から落葉終了日(生育期間)の将来予測(2046-2065 年)を行い、現在(2002-2007 年)と比較した。将来予測では現在と比較して、展葉開始が 10~13 日早まり、落葉終了は 7~9 日遅くなった。結果として、落葉広葉樹林の生育期間は 17~22 日延長した。また、融雪終了日が 8~12 日早まり、根雪開始日が 5 日遅くなった結果、下層植生を含む森林生態系全体の光合成可能期間が 13~17 日増加した。この結果、将来の生態系全体の総光合成量、生態系呼吸量、総生態系生産量は、現在と比較して、それぞれ 9~12%、9~12%、12~17%増加した。これらの増加分は主に落葉広葉樹の寄与が主体であり、林床ササ群落の寄与率はほとんどなかった。これらの結果から、気候変動による群落フェノロジーと森林生態系の全体の光合成可能期間の変化が落葉広葉樹および森林生態系全体の炭素動態に大きな影響を与えることが明らかとなり、気候変動下における落葉広葉樹林の炭素収支を広域に評価するために、融雪・根雪のタイミング、群落フェノロジーの時空間分布の高精度な推定とこれらの予測型モデルの高精度化が重要であることが示唆された。

### 3. 温暖化が森林生態系の土壌圏の呼吸プロセスにもたらす影響の実験的検証(魯)

We investigated (1) the diurnal and seasonal patterns of soil respiration, (2) the effect of experimental soil warming on soil respiration, and (3) the relationship between soil respiration and environmental factors in control and warmed plots in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest dominated by *Quercus crispula* in Takayama (TKY). In addition, (4) we compared the soil warming effect on soil respiration in TKY to that in a cool-temperate forest with the same dominant species in Tomakomai (TOEF). The experimental soil warming systems automatically warmed up soil temperature by 3°C (in 2007 and by 5°C for TOEF, respectively). Soil respiration was measured using two automatic measurement systems (Li-8100, Licor Inc, USA) and portable non-dispersive infrared gas CO<sub>2</sub> sensors (GMP343, Vaisala CARBOCAP, Finland). We quantified the effects of experimental soil warming on soil respiration and observed the differently derived temperature sensitivity ( $Q_{10}$ ) by warming treatment (Fig. 3). These results demonstrated the significant warming effects on soil respiration in two cool-temperate forests and will be used to model future carbon budget of forest ecosystems and to evaluate the their vulnerabilities to climate change.



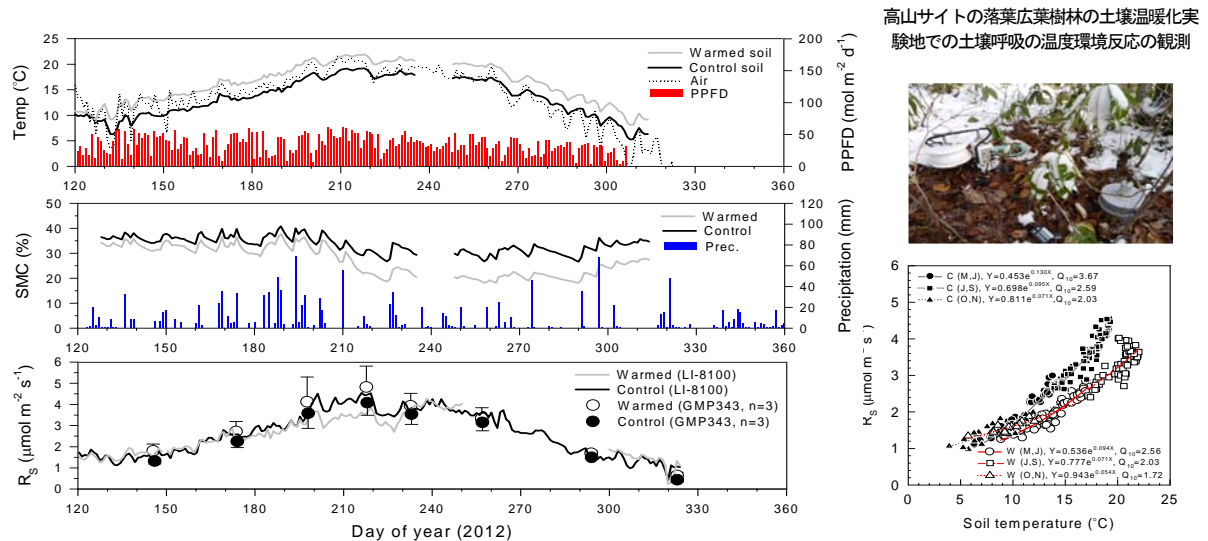


Figure 3. Temporal patterns of environmental condition and soil respiration (left), and the relationships between soil respiration and soil temperature (right) in the experimental soil warming study site, Takayama.

#### 4. 気候モデルの時空間解像度の違いが中部山岳域の森林生態系の炭素収支推定にもたらす影響 (栗林)

中部山岳域における森林生態系の炭素収支を広域的に評価する上で、陸域生態系モデルは有効な手法である。モデル計算に用いる気候データの精度向上は、炭素収支量を正確に推定する上で重要である。例えば、広く利用されている気候データの1つにNCEP/NCAR再解析値がある。これは既存の気候データの中で最も長期間(1948~2012年)を扱っている点が長所である。しかし、時空間分解能が粗く(水平 $2.5^\circ$ 格子, 6時間間隔), 積雪を扱っていない点は、中部山岳域における森林生態系の炭素収支を推定する上で問題である。本報告では、NCEP/NCAR再解析値と地域気象モデル(WRF)による気象データ(水平 $1.1\text{ km}$ 格子, 30分間隔, 積雪も扱う)を、陸域生態系モデル(VISIT)の入力値としてTKYにおける炭素収支を計算した結果を示す。

まず、森林生態系の炭素収支に対して影響の大きい気温と降水量について、NCEP/NCAR再解析値とWRFの計算値をTKYにおける観測値と比較した。WRFは気温を $0.5^\circ\text{C}$ 過小評価し、年降水量を $329\text{ mm}$ 過大評価した。一方、NCEP/NCAR再解析値は気温を約 $6.9^\circ\text{C}$ 過大評価し、年降水量を $730\text{ mm}$ 過小評価した。NCEP/NCAR再解析値は空間分解能が低いため、乗鞍岳の山腹に位置するTKYの標高を過小評価し、観測値との乖離が大きくなっている。次に、NCEP/NCAR再解析値、NCEP/NCAR再解析値を観測値と整合するように補正した値、WRFの計算値の3つの気候データをVISITの入力値として、TKYにおける生態系純生産量(NEP)を計算し、Asia Fluxによる観測値と比較した結果を図4に示す。この結果、WRFを気候データに用いた場合が、観測値と最もよく整合した。NCEP/NCAR再解析値は、気温を過大評価するため実際よりも早く展葉し遅く落葉する傾向があり、NEPの季節変化を表現できていない。気温と降水量を補正しても、積雪を考慮しないと融雪終了までの林床ササ群落による光合成を過大評価するため、NEPの季節変化を表現できないことが示唆された。

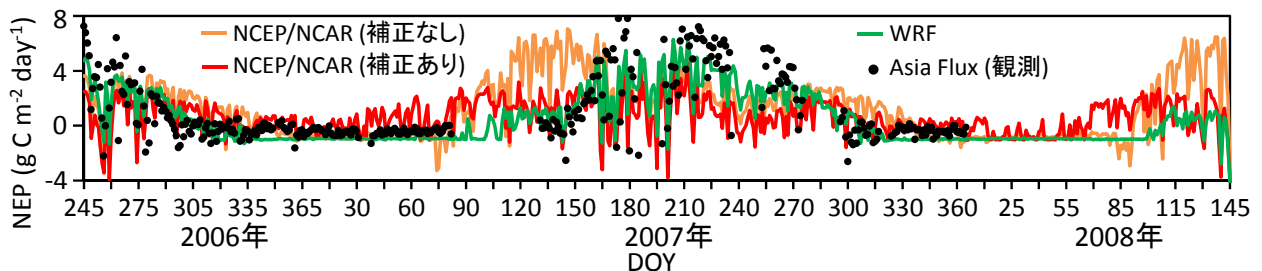


図4 VISITによる2006年9月から2008年5月までのTKYにおけるNEPの気象データ毎(色分け)の計算値とAsia Fluxによる観測値の比較

## 研究テーマ：河川流れの直線区間における制御と急変部における特性の解明

所 属： 水系安全研究部門 水系動態研究分野 教授

氏 名： 藤田 裕一郎

共同研究者： 原田 守啓（(独)土木研究所）・水上 精栄（工学部ものづくり技術教育支援センター）

澤田 謙二（サワコンサルタント）・岩田 啓夢（大学院学生）

下牧 尚平・水鳥 聖・二ノ村 玲（学部学生）

研究協力者： 新庄 高久（電源開発(株)）・山田 利彦（営農家）・木呂子豊彦（環境再生研究所）

平成 24 年度の研究活動は以下の 4 項目に大別される。

### 1. 河川直線区間における流れの制御

日本の中小河川では、これまで、河道をできるだけ直線的にして流水停留域の発生を避けるとともに、拡幅を抑制するために急な法勾配の単断面の流水断面にして河床を下げ、練積み構造の護岸を設けて河岸を保護しながら、最小限の流水断面積を確保するという改修が一般に行われてきた。この河川改修方式は、限られた土地の中で最大限の洪水流下能力を発揮させることを目指したものであり、住家等が集積し河道拡幅には住民の立ち退きが避けられない都市域、あるいは、狭い平地に農地を確保しなければならない山間地では合理的な治水方式といえる。しかしながら、このような改修が行われた中小河川の中でも、とくに、急な流れとなりやすい山間域の小河川を中心に、場合によっては改修直後であっても、写真 1 のように、出水によって損壊してしまう護岸や護床工などの事例が各地で散見されている。つまり、この練積みの立ち護岸を多用した改修方式では、中小河川の安定性・安全性を十分には確保できない可能性が示されている。



写真 1 山間小河川における立ち護岸(左・右)と護床工(右)の被災状況 (由良川水系佐々木川)

この原因は、幅水深比の小さい端断面河道では、潤辺に占める河岸の割合が高いにも拘わらず、練積みの護岸は自然河岸よりも一般に流水抵抗が低くなりがちであるため、洪水流のエネルギーや運動量が十分かつ適切には制御され難いことによる。このように、流水の運動量が低減されていないと、河道や河床の急変部では運動量の変化が流体力を極度に上昇させ、河床・河岸や構造物に大きな力が作用することになり、改修直後の河道でも容易に被災に至ると考えられる。そこで、これまで、水深に比して幅が狭く、法勾配と路床勾配とが急な河道を模した実験水路を用い、流水のエネルギーや運動量の減勢に直接係る潤辺粗度の抵抗特性について、基本的水理特性が把握されている棧型粗度を使用して基礎的実験と検討・考察を継続し、粗度要素の配置位置の相違による巨視的な抵抗特性を把握するとともに、その内部機構の解明を進めている。

本年度は、昨年度に引き続き、より実際に近い条件とするために、図 1 に模式的に示したように、幅 1.8m

長さ 17m, 縦断勾配 1/125 の大型鋼製水路の中に, 底面幅 40cm, 可変側壁法勾配 (今回は 5 分勾配 1:0.5 と 1 割勾配 1:1) の木製台形断面水路を設置して, 路床や壁面に配置した棧型粗度の水理特性について実験し, ポイントゲージで水位縦断形状を測るとともに, 水路中央と側壁近傍の 2 縦断面および配置粗度間を 3 等分した位置の 3 横断面について, 流速の 3 成分を詳細に測定して考察を加えた。

実験は, インバータ制御の電動ポンプと上流端の計量水槽とによって所定の流量を通水して行い, 流速測定には, 3 次元電磁流速計 (ケネック社製 VM-1001RS, プローブ径 13mm) とサイドルッキング型 MicroADV 1 6MHz Acoustic Doppler Velocimeter (3 次元超音波ドップラー精密流向流速計: SONTEK 社製) とを用いた。実験の設定条件と測定項目は表 1 にまとめた通りであって, 実験番号のアルファベットの 1 文字目が側壁の, 2 文字目が底面の粗度タイプを表している。なお, 昨年と同様, 測器の構造上, 水面近傍や底面近傍の計測は MicroADV を傾けて行い, その角度に応じて測定データをベクトル補正している。

表 2 には, 計測水位と流量から求めた, 水深, エネルギー勾配, 断面平均流速, 摩擦速度, マニングの粗度係数などを一覧表示している。

滑面のみで構成される SS の場合では, 実測粗度係数  $n$  は  $n=0.0098\sim 0.0105$  の範囲であって, ばらつきは少ない。底面粗度配置

の SR の場合では, 水深が増加するにつれて実測粗度係数は  $n=0.035$  程度から  $n=0.025$  程度へと低下している。これは, 水深の増加に伴って滑面で構成される潤辺の割合が増加することから妥当な結果と判断される。また, 全面粗度配置の RR の場合では, 底面粗度配置の SR の場合よりも, 水深の増加に対する抵抗の減少割合がわずかに小さくなっているが, りょうしゃではほぼ同様の傾向が見られ,

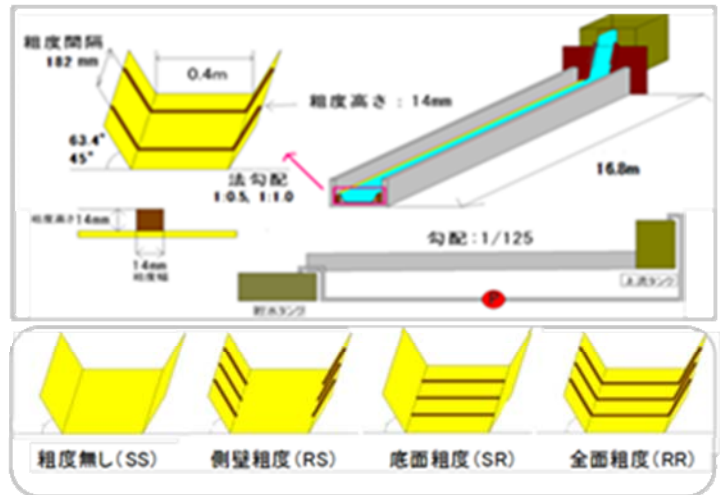


図 1 実験に用いた台形断面水路と棧型粗度の配置

表 1 実験の設定条件と測定項目

| Case    | 粗度 | 法勾配   | 縦断勾配             | 水深  | 流速分布計測 |     |
|---------|----|-------|------------------|-----|--------|-----|
|         |    |       | $I_b$            | $h$ | 横断面    | 縦断面 |
|         |    |       | -                | cm  |        |     |
| SS05-05 | なし | 1:0.5 | 6.00E-03 (1:125) | 5   |        |     |
| SS05-10 |    |       |                  | 10  |        |     |
| SS10-5  |    |       |                  | 5   |        |     |
| SS10-10 | なし | 1:1   | 6.00E-03 (1:125) | 10  |        |     |
| RS05-5  |    |       |                  | 5   | ○      |     |
| RS05-10 |    |       |                  | 10  | ○      |     |
| RS05-15 | 側壁 | 1:0.5 | 6.00E-03 (1:125) | 15  | ○      |     |
| RS10-5  |    |       |                  | 5   | ○      |     |
| RS10-10 |    |       |                  | 10  | ○      |     |
| RS10-15 | 側壁 | 1:1   | 6.00E-03 (1:125) | 15  | ○      |     |
| SR05-05 |    |       |                  | 5   | ○      |     |
| SR05-10 |    |       |                  | 10  | ○      |     |
| SR05-15 | 底面 | 1:0.5 | 6.00E-03 (1:125) | 15  |        |     |
| SR10-5  |    |       |                  | 5   |        |     |
| SR10-10 |    |       |                  | 10  |        |     |
| SR10-15 | 底面 | 1:1   | 6.00E-03 (1:125) | 15  | ○      |     |
| RR05-05 |    |       |                  | 5   | ○      |     |
| RR05-10 |    |       |                  | 10  | ○      |     |
| RR05-15 | 全面 | 1:0.5 | 6.00E-03 (1:125) | 15  | ○      | ○   |
| RR10-5  |    |       |                  | 5   | ○      | ○   |
| RR10-10 |    |       |                  | 10  | ○      | ○   |
| RR10-15 | 全面 | 1:1   | 6.00E-03 (1:125) | 15  | ○      | ○   |

表 2 水深計測から算出した水理量

| Case    | 粗度 | 水深   | 流量   | エネルギー    | 底面幅水深比  | 断面平均流速 | 摩擦速度  | 流速係数      | 実験粗度係数 |
|---------|----|------|------|----------|---------|--------|-------|-----------|--------|
|         |    | $h$  | $Q$  | $I_e$    | $B_b/h$ | $U_m$  | $U^*$ | $U_m/U^*$ | $n$    |
|         |    | cm   | L/s  | -        | -       | cm/s   | cm/s  | -         | -      |
| SS05-05 | なし | 5.0  | 21.0 | 7.64E-03 | 8.0     | 99.4   | 5.57  | 17.86     | 0.0105 |
| SS05-10 |    | 10.0 | 67.2 | 7.47E-03 | 4.0     | 150.2  | 7.26  | 20.70     | 0.0100 |
| SS10-5  |    | 5.2  | 25.5 | 7.86E-03 | 7.6     | 107.9  | 5.77  | 18.71     | 0.0101 |
| SS10-10 | なし | 9.9  | 76.6 | 7.73E-03 | 4.1     | 155.7  | 7.40  | 21.03     | 0.0098 |
| RS05-5  |    | 5.3  | 12.8 | 6.73E-03 | 7.5     | 56.5   | 5.37  | 10.53     | 0.0180 |
| RS05-10 |    | 10.2 | 31.4 | 5.99E-03 | 3.9     | 68.3   | 6.56  | 10.42     | 0.0198 |
| RS05-15 | 側壁 | 15.2 | 60.0 | 6.54E-03 | 2.6     | 82.7   | 7.92  | 10.44     | 0.0208 |
| RS10-05 |    | 5.3  | 17.7 | 6.93E-03 | 7.5     | 73.2   | 5.46  | 13.40     | 0.0142 |
| RS10-10 |    | 10.4 | 42.6 | 5.99E-03 | 3.9     | 81.8   | 6.65  | 12.30     | 0.0169 |
| RS10-15 | 側壁 | 15.3 | 81.3 | 6.65E-03 | 2.6     | 96.4   | 8.13  | 11.85     | 0.0184 |
| SR05-05 |    | 5.1  | 6.0  | 6.98E-03 | 7.8     | 27.5   | 5.40  | 5.09      | 0.0371 |
| SR05-10 |    | 9.8  | 21.3 | 7.14E-03 | 4.1     | 48.6   | 7.05  | 6.90      | 0.0298 |
| SR05-15 | 底面 | 15.1 | 48.2 | 7.12E-03 | 2.6     | 67.0   | 8.25  | 8.13      | 0.0267 |
| SR10-05 |    | 5.2  | 7.2  | 6.95E-03 | 7.7     | 30.8   | 5.41  | 5.69      | 0.0332 |
| SR10-10 |    | 10.1 | 26.0 | 6.68E-03 | 4.0     | 51.3   | 6.95  | 7.38      | 0.0280 |
| SR10-15 | 底面 | 14.9 | 55.3 | 6.95E-03 | 2.7     | 67.8   | 8.23  | 8.24      | 0.0264 |
| RR05-05 |    | 5.2  | 5.5  | 7.57E-03 | 7.6     | 24.6   | 5.66  | 4.35      | 0.0435 |
| RR05-10 |    | 10.5 | 19.9 | 7.88E-03 | 3.8     | 42.1   | 7.59  | 5.54      | 0.0374 |
| RR05-15 | 全面 | 14.9 | 37.8 | 7.91E-03 | 2.7     | 53.3   | 8.65  | 6.16      | 0.0351 |
| RR05-19 |    | 19.0 | 59.9 | 8.00E-03 | 2.1     | 63.8   | 9.45  | 6.75      | 0.0330 |
| RR10-05 |    | 5.1  | 5.8  | 7.66E-03 | 7.8     | 25.1   | 5.64  | 4.45      | 0.0424 |
| RR10-10 | 全面 | 10.2 | 22.4 | 7.87E-03 | 3.9     | 43.9   | 7.56  | 5.80      | 0.0357 |
| RR10-15 |    | 15.0 | 46.2 | 7.45E-03 | 2.7     | 56.1   | 8.55  | 6.56      | 0.0332 |



台形断面水路の場合であっても、長方形断面水路の場合と同じく、側壁に配置された粗度の抵抗効果は限定的であることが判る。一方、側壁にのみ棧型粗度を配置した RS の場合では、全面粗度配置の RR や底面粗度配置の SR の場合とは反対に、変化の幅は小さいが、水深が増加するにつれて実測粗度係数が  $n=0.015$  程度から  $n=0.020$  程度へと、明らかに増加する傾向を示している。以上のように、粗度係数の変化には、長方形断面水路の場合を含めて、法勾配の相違に拘わらず同じ傾向が認められ、棧型粗度の普遍的な抵抗特性と見られる。なお、法勾配の影響については、5 分勾配よりも 1 割勾配のケース、つまり勾配が緩いケースの方が粗度係数の値が小さく、抵抗が低くなっており、側壁配置粗度の場合にその傾向がより顕著であるになっている。

以上のような抵抗特性と流れ特性との関係について考察するため、まず、図 3 に水路 2 縦断面における主流速  $U$  の分布を示した。側壁近傍断面では、水路中央断面に比べて流速が全体に低く、分布も乱れているが、両断面とも中層から上層にかけては流下方向に大きな変化は見られない。底面付近では、上流側の粗度を越えた辺りから等流速線が凹型となっていて沈み込むような流れを示し、逆に粗度要素間を 2/3 程度下った場所では凸型となっていて浮き上がるような流れが窺われる。実際、同時に作成した流速ベクトル図では上記のような流れが明瞭に確認できた。なお、これらの測定結果を用いて、粗度要素上とその間の 3 等分点の位置に取った横断分布計測断面の代表性を検討した結果、これら 3 断面の流速平均値は棧型粗度場の流れの平均的な空間特性を十分に表現することが判明した。

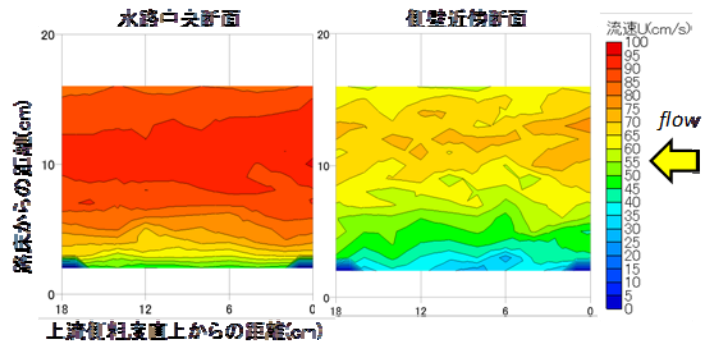


図 2 水路縦断面の主流速分布

そこで、図 3 に例示したように、3つの横断面内の同一位置における 3 測点の流速値を平均して作成した流下方向流速と二次流ベクトルの横断面分布図によって流れの特性を検討した。この RR05-19 や RS05-15 の場合、最大流速点の顕著な沈み込みが確認された。それらを二次流の分布と比較すると、水面付近で両側壁から低流速の部分が水路中央に向かいながら下降していく状況が認められる。一方、底面粗度配置の場合には目立った最大流速点の沈み込みはなく、また、法勾配が 1 割の場合でも 5 分のケースほど顕著に潜り込みが見られなかったことから、これは側壁粗度に起因するものと判断される。側壁粗度配置の場合では、側壁

近傍の流速は低減されているが、やはりその範囲は限定的であった。この最大流速の潜り込みについて検討するために MicroADV の測定結果から図 4 に示すようにレイノルズ応力分布を算出した。両断面とも、重力との釣り合いから推定される直線分布ではなく、水面付近で負値を取る逆 S 字状の分布形状を示

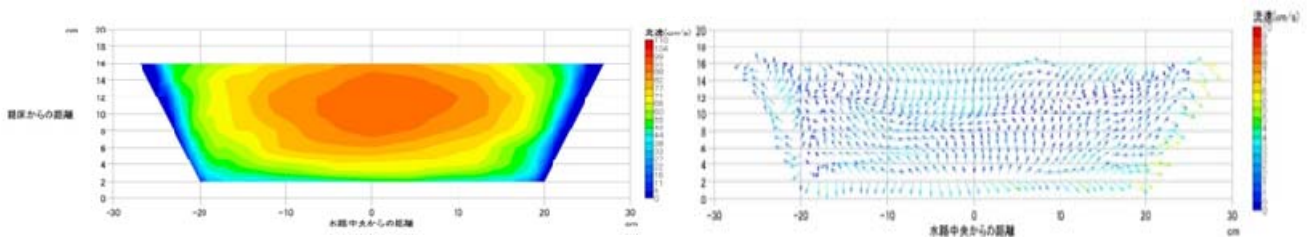


図 3 全面粗度配置 RR05-19 の 3 断面平均の流下方向流速 (左) と横断面内流速ベクトル (右)

近傍の流速は低減されているが、やはりその範囲は限定的であった。

この最大流速の潜り込みについて検討するために MicroADV の測定結果から図 4 に示すようにレイノルズ応力分布を算出した。両断面とも、重力との釣り合いから推定される直線分布ではなく、水面付近で負値を取る逆 S 字状の分布形状を示

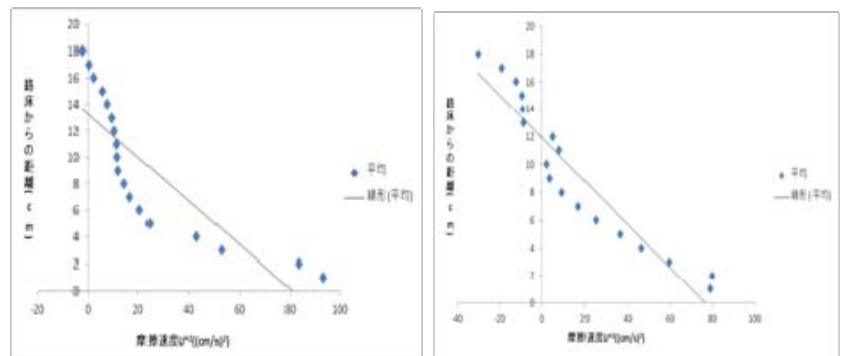


図 4 レイノルズ応力の鉛直分布 (左：水路中央断面, 右：側)

しており、乱れによらない運動量輸送のあることが推察される。すなわち、最大流速点の潜り込みに対応したレイノルズ応力分布であって、水面付近で側壁から中央に向う低流速部分を加速するように、水面下の高速流域からレイノルズ応力が働いていることが負の分布に現れており、それは側壁近傍でより明確である。

## 2. 河道急変部における流れ特性の解明

河川における様々な規模の渦運動は、流れの混合・拡散特性や流水抵抗特性と不可分の関係にあつて、室内実験で捉えきれない複雑な場では詳細な実測に基づいた実態解明が水工学上の課題となっている。同時に、大規模な渦運動は、レクリエーションの場として親しまれている河川において発生する利用者の水難事故とも強く関係している。とくに、昔から人々の遊び場として親しまれている長良川では毎年数件の水難事故が報じられている。中でも、岐阜市千鳥橋付近、関市鮎之瀬橋上流部、美濃市美濃橋付近は地元では「左巻き」の水難危険箇所として知られているが、この3箇所には共通して、急変する河道・河床形状とそれに対応した複雑な流れが確認されている。しかし、このような複雑な流れ特性と河道・河床形状との詳細な関係は未だには明らかにされていないため、現地調査を継続している。本年度は、表3にまとめている千鳥橋付近における調査データを精査するとともに、そのうちの移動観測と定点観測が平行して行われた調査データを用いて、これまで不十分であった複雑な河床形状に起因する流れ場の3次元特性と変動特性とを検討し、時空間分解能の高い点計測のMicroADVと3次元流速の空間分布把握特性に優れたADCP (Teledyne RD Instruments 社製)の同時連続測定データを比較して、鉛直方向流れの特性や乱れの多重構造性を明らかにした。

表3 長良川千鳥橋上流における観測調査の概要

| 日付         | 観測点             | 観測方法      | 使用機械     | 測時間 (ADCP) | 測時間 (ADV) |
|------------|-----------------|-----------|----------|------------|-----------|
| 2C11/12/12 |                 | 移動観測      | ADCP     | 125分       |           |
| 2C11/12/14 | 定点1、定点2         | 定点観測      | ADCP     | 59分        |           |
| 2C12/01/11 |                 | 移動観測      | ADCP     | 23分        |           |
| 2C12/01/16 | 定点3、定点4         | 定点観測      | ADCP     | 69分        |           |
| 2C12/01/18 | 定点5             | 移動観測-定点観測 | ADCP     | 66分+89分    |           |
| 2C12/01/30 | 定点6、定点7、定点8、定点9 | 移動観測-定点観測 | ADCP+ADV | 18分+173分   | 174分      |
| 2C12/02/23 |                 | 移動観測      | ADCP+ADV |            |           |
| 2C12/02/24 | 定点1 定点2         | 定点観測      | ADCP+ADV | 71分        | 110分      |

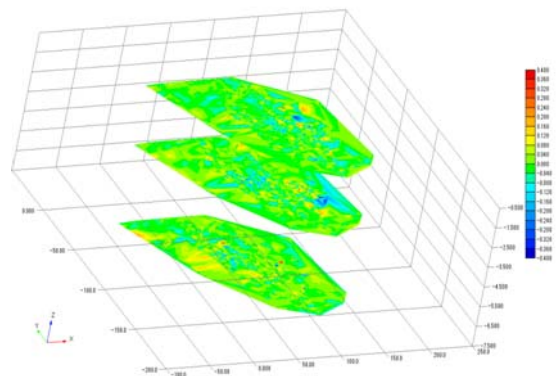


図5 鉛直方向流速の鉛直分布

## 3. 新たな横断構造物による河床形状制御の試み

河道、河床や河岸を安定させるための工法として、古くから床止めや各種の水制が用いられてきたが、非直線状の平面形状をした床止めやその中央部を切り欠いた場合、あるいは、最近関心が寄せられている barb 工のように、水制を極度に上流向きにした場合における移動床の応答特性、水理特性は明らかにされていない。河床や河岸に多様性を持たせるためや、新たな観点から河道の安定を図るために、こうした横断構造物を導入した場合の移動床の応答特性に関する実験に着手し、有用性のある興味深い特徴を見出している。

## 4. 流域の自然共生と川の安全などに関する実務支援

国土交通省中部地方整備局総合評価審査委員会岐阜県地域部会、中部地方ダム等管理フォローアップ委員会、一級河川木曾川水系および同円山川水系の自然再生に係わる委員会、一級河川天竜川ダム再編事業堆砂対策技術検討委員会、岐阜県建設工事総合評価審査委員会、岐阜県新五流総フォローアップ委員会、同自然共生工法認定委員会、兵庫県コウノトリ野生復帰推進協議会、岐阜県自然共生工法研究会、(財)ダム水源地環境整備センターダム土砂マネジメント研究会などの多数の委員会や研究会に参加し、かつ、木曾川の河床洗掘や長良川今川分派点の安定等、個別河川の実務的課題について河川工学の見地から多くの助言をした。

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 准教授

氏 名：玉川 一郎

共同研究者：斎藤 琢（流域圏科学研究センター）

研究協力者：薛 光明・藤田 徳昭・空野 誠也・廣田 はとみ・李 金梅（大学院学生）

・清水 裕貴、原 明人、深津 良太（学部学生）

平成 24 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. 解析雨量と雨量計の比較検証

気象庁から配布されている国土交通省解析雨量は、気象庁および国土交通省の持つ降雨レーダの観測値を同じくこれら機関の地上雨量計を使って較正したもので、30 分毎に 1 時間降水量値が 1 km の解像度で作成されている（2006 年以降）。特に 2008 年に国土交通省のレーダ等の観測の導入が完了して以降、精度も向上している。この値は、降水短時間予報に使用され、また防災上の目的にも雨量観測に準ずるものとして使用されている。しかし、たとえば水文統計などの目的への使用、あるいは地形の複雑な山岳地域での使用に関しては直接観測された降水量との比較検討が必要である。そこで、解析雨量の作成に使用されている気象庁アメダス、国土交通省降水量計、および、高山試験地や JALPS で収集された中部山岳域の雨量計データとの比較を行った。

図 1 は、比較の一例として、アメダス岐阜での降水量観測値と、同地点を含む解析雨量の格子での降水量値を 2009 年 1 年間の 1 時間降水量について比較したものである。全く同じ場所の点が重なっていることに注意が必要であるが、両社は非常によく一致し、1mm/h 以下の差に 80% 以上のデータが収まる。しかし、ほとんどの場合、解析雨量が地上観測値と同じか大きい値となる傾向が見て取れる。これは、気象庁予報部（2006）で開設されている処理の内、防災上の観点から「解析値が観測値よりも小さい場合、周囲 1 格子を含めて補正し、解析値が観測値を下回らないようにする」という処理の影響である。この結果、年降水量の統計をとると、解析雨量はアメダス観測点の上で平均して約 20% 大きくなる島状のパターンを形成する。これに対しては、地点平均での補正関数を求めた。

また、解析に含まれない山岳部の雨量計として、高山試験地での降水量観測との比較を図 2 に示す。こち

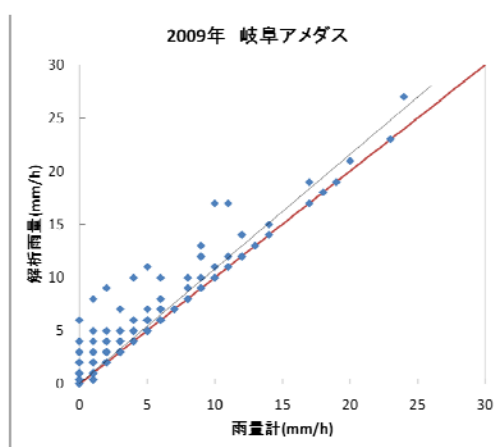


図 1 アメダス岐阜の降水量と、同地点を含む解析雨量格子での降水量との比較（1 時間降水量、2009 年）

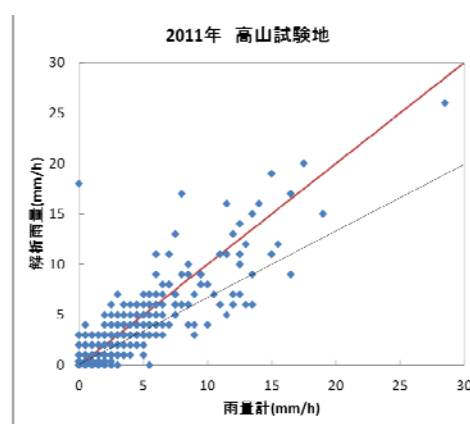


図 2 高山試験地降水量観測値と、同地点を含む解析雨量格子での降水量との比較（1 時間降水量、2011 年）



らは、1:1 の直線に対して上下に点が分布し、レーダ解析値の本来の分布を保っている。こちらでも降水量さが 1mm/h に 80% 程度の点が収まり、山岳地であっても比較的高い精度で解析されていることがわかる。

JALPS で収集された山岳地の雨量は、多くのものが夏期を中心とした観測であるので、夏期を対象に比較すると、標高が 2000m を超える上高地を含む多くの地点で降水量はよく一致し、1mm/h 差に 70% 程度のデータが収まる。しかし、崖上にある観測点では雨量計に記録されていない解析雨量の降水がかなりあることや、急斜面の観測点では、解析雨量がやや大きな値を示す傾向があることなどがみられた。これらの地点は雨量計観測の代表性にも問題があることも考えられる。

## 2. ボリュームスキャン可能なドップラーソーダの製作

ソーダとは音波を上空に向けて発射し、散乱されて返ってくる音波を受信して上空の状況を観測する装置であり、受信音のドップラーシフトから上空の風速を推定するのがドップラーソーダである。当研究室では、ここ数年、ノート PC のオーディオ機能を使った安価なソーダの開発を続け、2006 年には数 10m 先の風速成分が計測できるようになり、その後、さらに改良を行った。今年度は、図 3 にある装置を製作した。これは送受信のパラボラを小型化し、さらに方位角、仰角の両方向に回転できる機構を加えたもので、回転と音波パルスの送受信の制御ソフトウェアも制作し、実用的な観測ができるものとしたものである。通常のソーダよりも高い周波数帯を利用することで、小型のパラボラでも指向性を保ち、回転によって、複数の仰角と方位角を組み合わせた半球状の領域をカバーする観測が可能になった。音波パルスに複数の周波数の信号を重ねて乗せることで S/N を稼ぎ、小型ながら 100m 弱の領域を観測することができた。



図 3 今年度制作したソーダの写真

## 3. その他の研究

その他の研究としては、2002 年度に行われた多数の乱流計測機を用いた面的観測（CAPS2002）のデータを改めて解析し、乱流による地表からの顕熱フラックスの水平分布は、特に午前中に正の歪度を示すこと、それは大気成層が不安定になっていることや境界層高度が高いことと対応していることなどが見いだされた。

また、山岳地での日射分布や陸面モデルを用いた CO<sub>2</sub> 収支の研究も継続中である。日射分布に関しては、大八賀流域において以前評価した高解像度の日射分布を使い、1 km で粗視化した際の格子内部での日射の変動が格子内部の標高の変動とある程度対応していることが見いだされた。また、大八賀川流域において、2006 年を対象に、21 世紀 COE「衛星生態学創生拠点」で行われた炭素収支の計算を、再計算された気象場と、再チューニングされた陸面モデル（Saitoh et. al. 2012）を用い、領域内すべてに対して、落葉広葉樹林および常緑針葉樹林に対する計算を行った。

他に、里の積雪と周辺山地の冠雪との関係に関する言い伝え「\*\*山に 3 回雪が降ると里に雪が降る」について、インターネットと長野、岐阜、滋賀の市町村史を用いた調査を行い、これらの言い伝えは全国的なものではなく、準裏日本気候区等と呼ばれる、冬型の際に雪が降りやすいが、必ず降るわけではない気候区分と対応すること、また里と山地の標高差だけでは決まらない気温差が小さいと、同時に積雪が起こるなどして言い伝えが残らないことなどを見出した。

**研究テーマ： 活性炭吸着及び低濃度塩素処理における腸管系ウイルスの挙動**

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・川口 倫由・魏永芬・市橋 修・李 文翰 (流域研科学研究センター)

研究協力者： シンタ インダ・谷岡 敬太・タン シュウメイ (大学院学生)

平成 24 年度におけるウイルスによる水質リスクに関しての主な研究活動を以下にまとめる。

**1. 活性炭吸着における腸管系ウイルスの挙動に関する研究**

腸管系ウイルスは、細菌と比べて不活化及び除去され難く、水道水の安全を脅かす種として危惧されている。近年、世界各地で飲用水を介したノルウイルスなどによる感染症が頻発しており、紫外線照射及びオゾンや過酸化水素のような塩素より強力な酸化剤の併用による高度な消毒法の適用が浄水分野でも検討されるようになってきている。一方、活性炭吸着は消毒副次生成物とその前駆物質、異臭味、農薬、環境ホルモンなどの物質を除去する上で最も有効なプロセスとして評価され、より安全で美味しい水道水を提供するため、従来の処理プロセスに組合せた浄水処理場が増えている。しかしながら、活性炭の細孔分布によっては、本来吸着の対象となっていない数十 nm のサイズを有したウイルスも活性炭の細孔内に侵入し、吸着されることが考えられるので、吸着後におけるウイルスの運命と感染性の変化に関する研究は処理水の安全を考える上で大変重要になる。特に、粒状活性炭を充填した固定層吸着処理施設を利用する場合、長期間の連続通水中に感染性が保持されたウイルスが脱着し、活性炭吸着施設が副次的なリスクの発生源となりえる。このような観点から、活性炭吸着プロセスを詳細に研究した例はほとんどないのが現状である。

本研究では、指標ウイルスとして大腸菌ファージ (MS2 と Qβ) を用いた回分式吸着実験とミニカラム吸着実験を行い、従来のブラック形成法にリアルタイム PCR 法を援用して、ウイルスの吸着挙動と吸着後の生残性の変化、並びにそれらに対する活性炭種類、ウイルス濃度、空筒接触時間などの影響について検討することにより、活性炭に吸着されたウイルスの感染性の変化を評価した。

初期ウイルス濃度を一定とし活性炭濃度を变化させた回分式吸着実験により、吸着平衡に達した後におけるウイルスの水相における残留濃度は活性炭添加濃度の増加に伴って低下し、ウイルスは活性炭によって吸着されることが明らかになった。また、物資収支により算出した固相におけるウイルスの平衡濃度 (つまり、平衡吸着量) と水相における平衡濃度の関係を Freundlich と Langmuir の両吸着等温線式によってそれぞれ整理したところ、 Freundlich の吸着等温線式がウイルスの活性炭による吸着容量特性を良好に表現できることが分かった。データ解析により得られた Qβ の Freundlich 吸着等温線係数  $K$  と  $1/n$  の値を表 1 に示す。

表 1 3種類の活性炭による Qβ の Freundlich 吸着等温線係数

| Solution         | Carbon A        |       | Carbon B        |       | Carbon C        |       | Carbon D        |       |
|------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                  | $K$             | $1/n$ | $K$             | $1/n$ | $K$             | $1/n$ | $K$             | $1/n$ |
| Single solute    | $2 \times 10^7$ | 0.664 | $7 \times 10^8$ | 0.472 | $6 \times 10^6$ | 0.757 | $4 \times 10^7$ | 0.628 |
| Mixture with NOM | $2 \times 10^6$ | 0.875 | $7 \times 10^7$ | 0.654 | $2 \times 10^6$ | 0.886 | $9 \times 10^5$ | 0.875 |
| Mixture with BOM | $3 \times 10^6$ | 0.743 | $2 \times 10^7$ | 0.596 | $2 \times 10^7$ | 0.601 | $4 \times 10^6$ | 0.754 |

$K$  : (PFU/g)/(PFU/mL)<sup>1/n</sup>, NOM : dissolved organic matter in river water, BOM : dissolved organic matter in wastewater

表 1 により、吸着係数  $K$  と  $1/n$  はそれぞれ  $K=9.0 \times 10^5 \sim 7.0 \times 10^8$  (PFU/g)/(PFU/mL)<sup>1/n</sup>,  $1/n=0.472 \sim 0.886$  の範



囲にあり、指標ウイルスの吸着容量は活性炭の種類とフミン質に代表されるような大きな細孔に吸着される水中有機物の存在によって影響を受けることが分かった。また、これらの値を表 2 に示す土壌や底泥による吸着容量の既存文献値 ( $K=0.228\sim 6.0\times 10^5$  (PFU/g)/(PFU/mL)<sup>1/n</sup>,  $1/n=0.76\sim 1.08$ ) と比較すると、活性炭によるウイルスの吸着容量は著しく高いことが分かる。

吸着平衡に達した後の活性炭に対し、ビーブエキストラクトによるウイルスの誘出実験を行い、誘出したウイルスの感染性をブラック形成法による感染性を保持したウイルスの濃度とリアルタイム PCR 法による全ウイルスの濃度の比で示す生残率に基づいて評価したところ、吸着されたウイルスの感染性は時間の経過に伴って低下するが、数ヵ月後でも感染性を保持したままで細孔内に拘束されているものが存在することが分かった。感染性の保持力は、活性炭外表面に拘束されたウイルスに比べて、活性炭細孔内に拘束されたものの方が高いことも分かった (データを示していない)。

表2 異なる固体試料による Qβ の吸着容量 (文献値) との比較

| Virus | Adsorbent                | Surface area<br>(m <sup>2</sup> /g) | K                | 1/n   | References                  |
|-------|--------------------------|-------------------------------------|------------------|-------|-----------------------------|
| MS2   | Ferriudic Cambosols soil | 9                                   | 0.228            | 1.045 | Zhao <i>et al.</i> (2008)   |
| MS2   | Red soil                 | 31.3                                | 1760.8           | 1.081 | Zhang <i>et al.</i> (2010)  |
| Qβ    | Carbon Black             | 7                                   | $5.9\times 10^5$ | 0.761 | Sakoda <i>et al.</i> (1997) |
| Qβ    | Kaolin                   | 3.7                                 | $8.0\times 10^4$ | 0.809 | Sakoda <i>et al.</i> (1997) |
| Qβ    | Sediment (from river)    | 6.2                                 | 10.4             | 0.941 | Sakoda <i>et al.</i> (1997) |
| Qβ    | Carbon A                 | 1290                                | $2\times 10^7$   | 0.664 | this study                  |
| Qβ    | Carbon B                 | 1050                                | $7\times 10^8$   | 0.472 | this study                  |
| Qβ    | Carbon C                 | 1060                                | $6\times 10^6$   | 0.757 | this study                  |
| Qβ    | Carbon D                 | 1080                                | $4\times 10^7$   | 0.628 | this study                  |

$$K = [(PFU/g)/(PFU/mL)]$$

さらに、4種類の活性炭をそれぞれ充填したミニカラムを用いた連続通水実験を空筒接触時間と流入 MS2 または Qβ の濃度を変化させて実施し、ウイルスの吸着挙動と脱着挙動、並びに脱着したウイルスの生残率変化に対して検討した。図 1 に示されたように、ウイルスの吸着除去率は空筒接触時間が長いほど高く、活性炭種類による影響は比較的小さい。吸着実験終了後に、pH を中性付近 (約 6.8) とアルカリ性側 (約 9.5) に

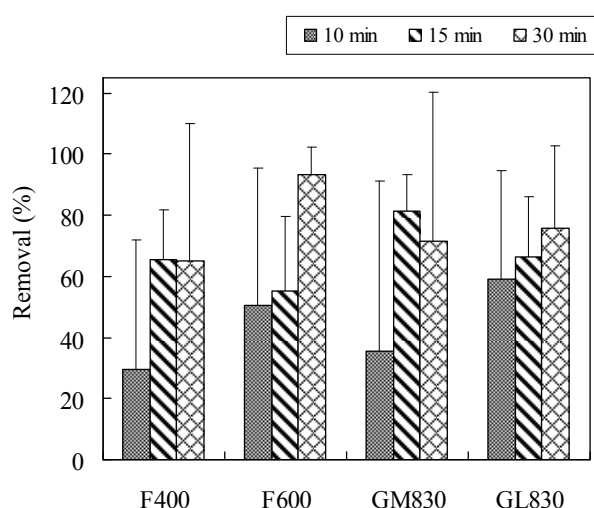
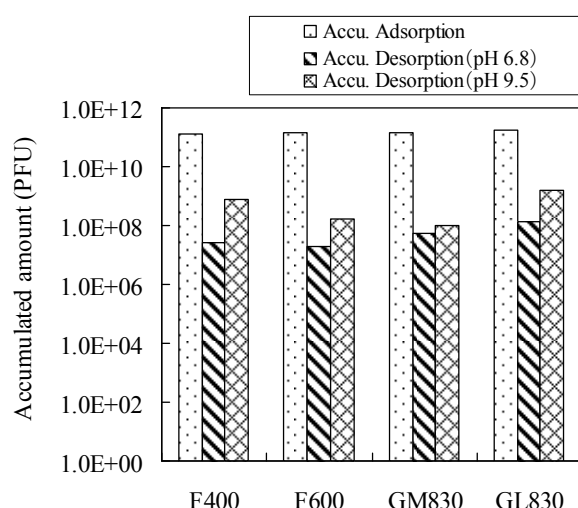
図1 4種類の活性炭による MS2 の濃度に基づく吸着除去率 (MS2 の流入濃度 =  $10^6$  PFU/mL)

図2 吸着実験終了時における MS2 の累積吸着量と後続の脱着実験における累積脱着量

調整したウイルスを含有しない試料水による脱着実験を行った。両条件による脱着通水期間 (各 pH 条件で 72 時間) でのカラムからの全 MS2 の累積脱着量を吸着実験終了時における累積吸着量と合わせて図 2 に示す。最大脱着量は、活性炭 GL830 の場合で見られ、その値は  $1.61 \times 10^9$  PFU と累積吸着量の 1% 程度であった。また、pH6.8 に比べ、pH 9.5 による脱着量が 1.3~29.8 倍と高くなっていることが分かった。Q $\beta$  と MS2 のゼータ電位を測定したところ、それぞれ pH 7 付近で -10.6mV と -15.2mV、pH 9.5 付近で -18.9mV と -20.4mV となり、pH が高い方が絶対値として高い値であった。したがって、負に帯電している活性炭との間に、pH が高い条件においてより強い反発力が生じ、脱着量が増加したと考えられる。

脱着したウイルスの感染性を培養法による濃度と Real-time PCR 法による濃度の比として評価した。その結果を図 3 に示す。脱着したウイルスに感染性を有したものが存在し、活性炭に吸着されたウイルスは感染性を保ったままで活性炭細孔内に長時間生息できることが明らかになった。脱着したウイルスに感染性を有したものが依然存在し、活性炭に吸着されたウイルスには感染性を保ったままで活性炭細孔内に長時間生息できるものがあることが示唆された。また、流入水の pH が高い条件において、図 2 に示されたようにウイルスの脱着量が大きくなるので、活性炭による高度浄水処理の場合、pH の変動を監視し制御することがウイルスによる水質リスクの軽減に繋がる可能性も示唆された。

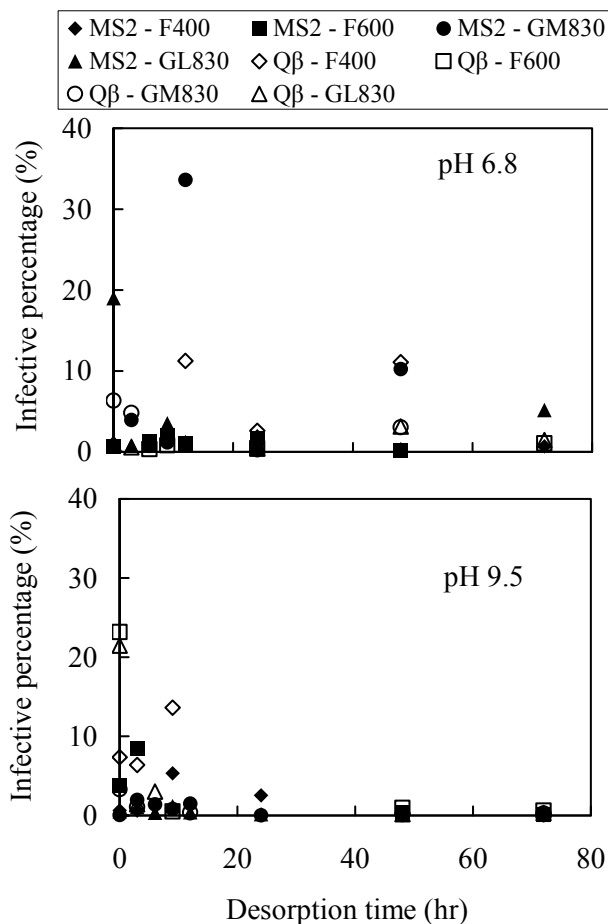


図3 活性炭から脱着したウイルスの感染性

## 2. 低濃度塩素処理における腸管系ウイルスの挙動に関する研究

塩素消毒は、病原性微生物に対処するためのプロセスとして昔から利用されている。ノルウイルスなどの塩素に耐性の強い病原性微生物による水質問題が頻繁に報道され、紫外線照射やオゾン酸化といった強力な消毒方法を導入しても、送水過程における病原性微生物汚染に対処するため、塩素消毒の併用が不可欠である。一方、最近では、塩素臭の軽減やトリハロメタン生成能の軽減を図るため、塩素注入率を抑えて消毒を行う浄水処理場が増えている。低塩素注入率下における腸管系ウイルスを含む病原性微生物に対する消毒効果について、従来の培養法による評価を行うとともに、分子生物学的手法による遺伝ゲノムレベルでの評価が望まれる。本研究では、腸管系ウイルスの指標ウイルスとして MS2、一般糞便汚染指標微生物として *E.coli* を用い、両者が単独存在した場合及び、共存した場合における消毒実験を遊離塩素が 0.1, 0.5, 1.0mg/L の 3 つの注入濃度で実施し、消毒時間に伴う MS2 と *E.coli* の応答をそれぞれに対応した培養法とリアルタイム PCR 法による不活化率とゲノムに対する損傷率から測定することにより、低塩素注入率下における腸管系ウイルスの消毒効果を検討した。

塩素処理に伴う MS2 と *E.coli* の培養法による不活化率の変化を塩素注入率 1.0mg/L の場合を例にして図 4 に示す。MS2 と *E.coli* がそれぞれ単独存在した場合 (STS)、不活化率は MS2 の方が *E.coli* に比べて低く、耐性が強いことが分かる。一方、*E.coli* と共存した場合 (MTS)、MS2 の不活化率は単独存在の場合 (STS) よ

り低く、*E.coli* の共存によって影響されている。その影響は塩素濃度が 0.5 と 1.0mg/L の実験系 (データを示していない) より顕著であった。培養法からみた MS2 と *E.coli* の不活化の速さには塩素注入濃度によって差異はあったものの、2 時間の処理時間内で両者とも完全に不活性化されている。

しかし、リアルタイム PCR によるゲノムへの損傷率をみると、図 5 から分かるように、MS2 の場合、塩素注入濃度 1.0mg/L で単独存在系では 2 時間で 99.99% に達した。*E.coli* との共存系では、*E.coli* の共存の影響を受けて、99.9% とほぼ 1 オーダーほど低く、ゲノムへの損傷性の低下が確認された。一方、*E.coli* については、塩素濃度を 5.0mg/L まで上昇させた場合でも、塩素処理によるゲノムの損傷は示されなかった。

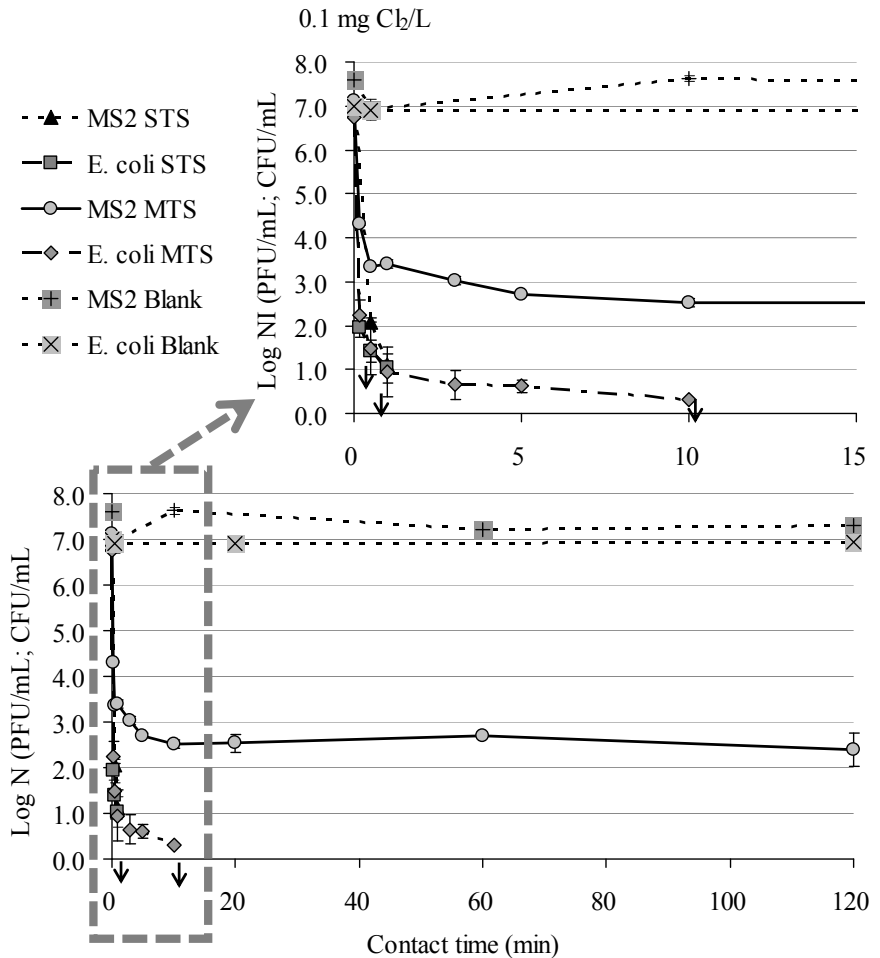


図4 塩素処理に伴う MS2 と *E.coli* の培養法による不活化率の変化 (塩素注入率:0.1mg/L, STS:両者単独, MTS:両者共存)

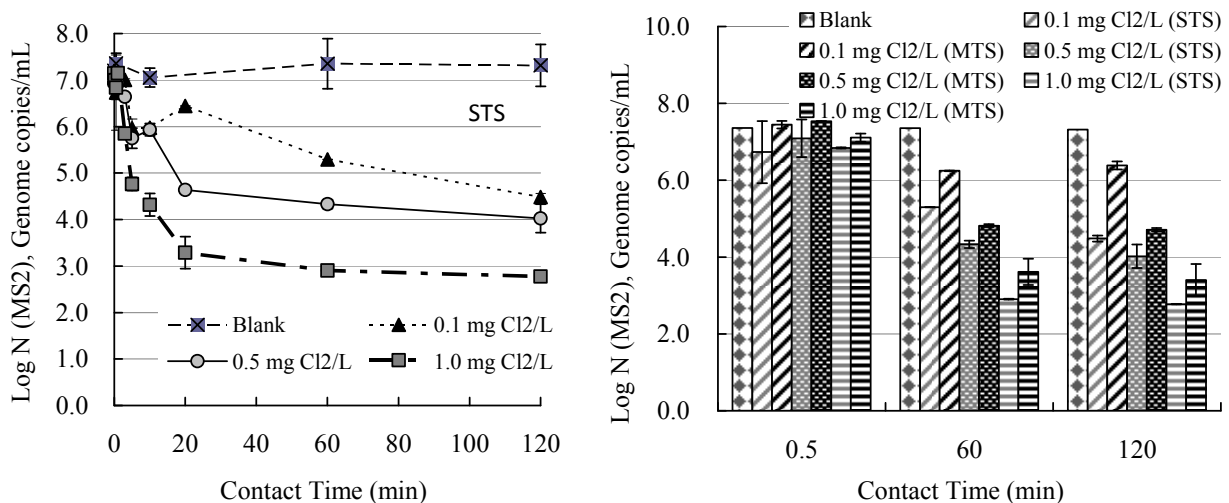


図5 塩素処理に伴う MS2 と *E.coli* のリアルタイム PCR 法によるゲノムへの損傷性の変化

### その他の主な研究活動

セシウムの水環境中微生物への蓄積特性の研究, 活性炭によるセシウムの吸着除去性の研究, セラミック膜高度浄水システムの研究, 降雨時ウイルスの流出特性の研究, 微生物燃料電池における硝化・脱窒の研究

## 研究テーマ：廃水および廃棄物からのエネルギー・資源回収に関する研究

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： 李 富生・市橋 修（流域圏科学研究センター）  
 研究協力者： 金 甲（大学院学生）・藤家 祐太（学部学生）

平成 24 年度の研究活動は大きく分けると以下の 2 部分からなる。

### 1. 微生物燃料電池による廃水からのリンの除去に関する研究

微生物燃料電池（MFC）は、電子生産能力を持つ微生物を利用して有機物から直接発電を行う技術である（図 1）。廃水処理に適用した場合、有機物の除去と同時に電気エネルギーを得られるため、実用化が期待されている。MFC のカソード近傍では酸素還元反応により pH が上昇すると考えられている。我々は、この pH 上昇を利用してリンと  $\text{NH}_4$  と  $\text{Mg}$  を含む廃水から MFC のカソード表面に MAP の結晶を回収できることを発見した。これにより MFC を用いて廃水からのエネルギー回収だけでなくリンの除去・回収もできるというプロセスを考案し、検討をおこなっている。

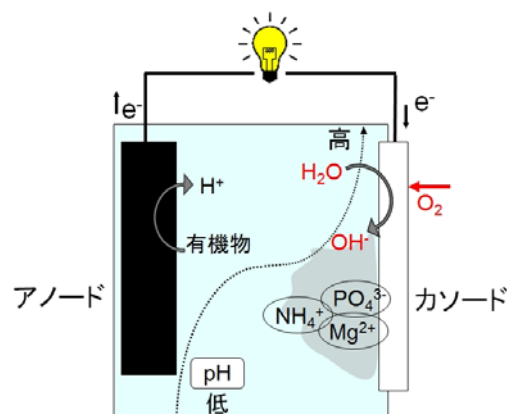


図 1 MFC による廃水からのリン除去の原理

#### (1) $\text{NH}_4$ と $\text{Mg}$ が MAP の析出に与える影響

廃水中の  $\text{NH}_4$  と  $\text{Mg}$  の濃度条件が析出に与える影響を調べた。酢酸を炭素源とし、100mM の HEPES、および 10mM のリン酸を含んだ人工基質 (pH=6.8) を用いて、エアカソードー槽型 MFC を室温で運転した。カソードは、カーボンペーパーに 0.5mgPt/cm<sup>2</sup> となるように白金担持カーボンを分散させた。外部抵抗の値は 10  $\Omega$  とした。 $\text{NH}_4$  か  $\text{Mg}$ 、あるいは両方を含む溶液を濃度を変化させて（各終濃度 5mM、10mM、15mM）流入させ、廃水中のリン濃度の変化をカソードへの析出の発生を調べた。

$\text{NH}_4$  と  $\text{Mg}$  を両方を流入させた場合、流入に伴い廃水中のリン濃度は減少し、カソードに析出物が発生した。XRD 分析により、析出物が MAP（ストラバイト）であることを確認した。また、流入濃度が多いほど、 $\text{NH}_4$  と  $\text{Mg}$  を流入させた場合よりも少ないが廃水中のリン濃度が減少し、カソード上に析出が観察され、カットオフであることを XRD により確認した。さらに、 $\text{NH}_4$  のみを流入させた場合はリン濃度は減少せず、カソード上に析出も発生しなかった。

#### (2) 析出によるカソード性能の低下とその回復

析出物は物質移動を阻害するため、カソードの性能を低下させることが懸念される。そこで、MFC のカソード上に MAP を析出させ、析出前後のカソード性能をリニアスイープボルタンメトリー（LSV）で評価・比較した。さらに、MAP を除去することによりカソードの性能が回復するかどうかを確認した。

酢酸を炭素源とし、100mM の HEPES、および 33mM のリン酸を含んだ人工基質 (pH=6.8) を用いて、2 台のエアカソードー槽型 MFC（前述の MFC と同じもの）を室温で運転した。馴致運転終了後、カソードを新品に交換した。1 台の MFC には濃度各 1M の  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と  $\text{MgSO}_4$  の混合液を 1.9mL/day で 4 日間流入させ、残り 1 台には、Milli-Q 水を同条件で流入させた。流入終了後、MFC からカソードを取り出し、500mL の Milli-Q 水による浸漬処理を 3 回、500mL の MES バッファー (pH5.5) による浸漬処理を 3 回おこなった。MFC 運転

前、運転後、および浸漬処理後のカソードの酸素還元性能を LSV 測定により評価した。LSV 測定の作用極にはカソード、対極にはバイオフィームのついていないカーボンフェルトを用い、100mM の HEPES バッファ一電解液で掃引速度 1mv/s、開放電位 $\sim$ -0.2V (vs. Ag/AgCl) の範囲で掃引した。

NH<sub>4</sub> と Mg を流入させた MFC では、流入に伴い廃水中のリンの濃度が減少し、4 日間の流入後には 43%除去された。カソード表面には析出物が発生し、その主成分は MAP であった。一方 Milli-Q 水を流入させた MFC では、リン濃度は希釈効果以上には減少せず、カソード上にも MAP 析出物は見られなかった。

Milli-Q 水と MES バッファ一による浸漬処理により、カソード上の MAP 析出物は目視で観察できないレベルまで除去できた。また、析出物のなかったカソードは、浸漬処理による見た目の変化は特に起こらなかった。

LSV で評価したところ、MFC 運転後のカソードの性能は両方の MFC において低下したが、MAP の析出したカソード性能の低下の方が顕著であった。浸漬処理により MAP を除去することによって、カソードの性能は新品同様のレベルにまで戻ることが確認された。また、析出がなかったカソードの性能も、浸漬処理によって新品同様まで回復した。

以上より、MAP の析出によりカソードの性能が低下するものの、その除去により回復可能であることがわかった。また、析出がない場合でもカソードの性能が低下し、酸への浸漬処理によって回復したことは、カソードに目視できないレベルでアルカリ性の塩が析出し、物質移動を妨げている可能性を示唆している。

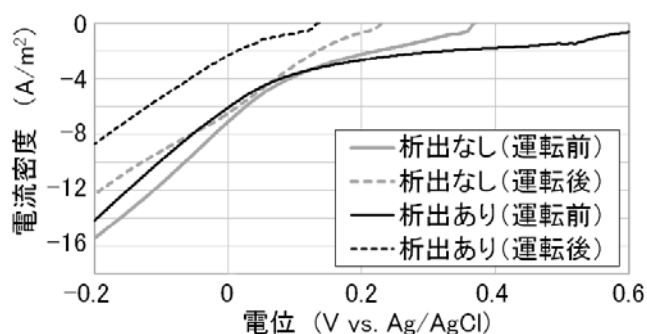


図 2 運転前、運転後のカソードの電流電位曲線

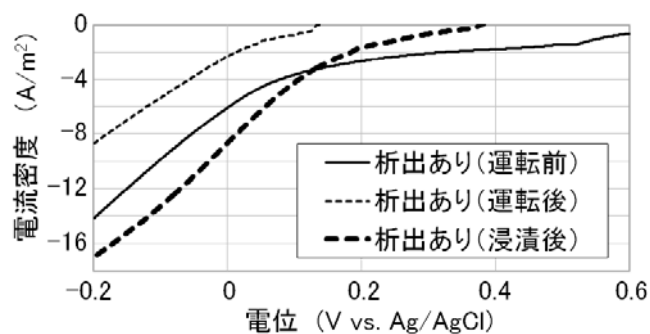


図 3 MAP を析出させたカソードの電流電位曲線

## 2. 食品廃棄物の前処理がそのメタン発酵に及ぼす影響

日本国内で食品関連の廃棄物は年間約 2000 万 t 発生している。これらは水分を多く含むことが多く、焼却処理の際大量のエネルギーを必要とすることが問題となっている。そこで、食品廃棄物を焼却処分するのではなく、資源として利用していくことが望まれており、その資源化の手法としてメタン発酵が有望視されている。本研究では、食品廃棄物のメタン発酵処理に影響する要因のひとつとして食品の加工（加熱や冷凍）に焦点を絞り、検討をおこなっている。昨年度の研究成果により、過熱や冷凍処理がメタン発酵に影響を及ぼす可能性がある可能性が示唆されたが、本年度は再現性の試験とより詳細にデータを取った。

材料としては、ジャガイモ・ニンジン・リンゴを用い、種類ずつ実験を行った。材料は皮をむき、摺鉢ですりおろしてペースト状にした後、純水に懸濁した。加熱処理としては、オートクレーブにて 95°C、15 分の処理、冷凍処理としてはペースト懸濁液を一般家庭用冷蔵庫の冷凍室にて冷凍(-18°C、180 分)後自然解凍して、それぞれの基質をメタン発酵消化液とともにバイアルに入れ、37°C のインキュベーター内で、振盪(100r/min)培養をおこなった。実験結果から、ジャガイモを基質としたときに、加熱と冷凍の処理によりメタンガスの生成量に違いが出るということが明確に示された（加熱>冷凍）。また、酢酸の蓄積量も、加熱や冷凍処理をしたものに比べて大きくなった（加熱>冷凍）。一方プロピオン酸の蓄積は、冷凍処理や未処理のものに比べて、加熱したものが小さくなった。ニンジンを基質としたときは、メタン発生量に明確な差はみられなかった。しかし酢酸やプロピオン酸の蓄積量には違いがみられた。リンゴを基質としたときもメタン発生量に明確な違いがみられなかった。

**研究テーマ： リモートセンシング、GIS 等を用いた生態系の時空間モニタリング**

**所 属：**流域情報研究部門 人間活動情報研究分野 教授

**氏 名：**粟屋 善雄

**共同研究者：**芝山 道郎（鹿児島大学）・高橋 與明（森林総合研究所）・後藤 誠二郎・福田 夏子・河合 洋人・  
Hasan Muhammad Abdula（流域圏科学研究センター）・王斯琴比力格，阿拉坦娜布其（大学院学  
生）・張 鵬飛（大学院学生）

**研究協力者：**車戸 憲二（流域圏科学研究センター高山試験地）

人間活動情報研究分野では、フィールドでの調査研究の結果に基づいて、人間の活動が広域の生態系に及ぼす影響を、リモートセンシングと地理情報システム（GIS）を用いて解析している。地球規模の気候変動によって気温が上昇することによって、森林生態系や農業生態系が影響を受けることが指摘されているが、自然植生においては兆候を知ることも容易ではない。国内においては林業活動が停滞しているため、森林資源は近代以降もっとも充実しているが、資源利用を促進するために集約的な資源管理が必要とされている。これらの現象について対策を講ずるために、実態を広域で把握することが強く求められている。

このような背景に基づいて、平成 24 年度はおもに以下の 3 つのテーマについて研究を実施した。

**1. 衛星データを利用した森林タイプ分類に関する研究—経営計画策定の基礎情報作成—**

衛星データを用いたリモートセンシングによる土地被覆分類図や森林タイプ分類図の作成は、植生モニタリングやバイオマス推定などの基礎情報であり、誤分類の少ない高い精度が要求される。林業では平成 24 年度に森林計画制度が変更され、従来より精度の高い森林情報が必要になっている。森林簿の精度が十分ではないため、衛星データから得られる分類図が森林簿に代わる基盤データとして期待されている。一方、これまで分類に用いられてきた衛星データのバンドは、可視域の青、緑、赤と近赤外を合わせた 4 バンドであることが多かったが、近年赤の波長と近赤外の間位置する波長 700~760nm の Rededge と呼ばれる波長帯を観測できる RapidEye 衛星や Worldview-2 衛星が登場している。Rededge は植物の光合成の状態を反映すると云われており、樹種によって反射率が違うと考えられる。そこで、岐阜県御嵩町を対象に、RapidEye データを用いて Rededge の波長帯を使って森林植生の分類精度向上が可能かどうかを、教師つき分類、植生指数を用いた分類および Rededge バンド情報を用いた分類の 3 つの解析手法により検討した。衛星データは 2011 年 7 月 6 日および 2011 年 11 月 30 日に撮影された RapidEye データを用いた。

初めに、最尤法（教師つき分類）を用いて森林植生をヒノキ、スギ、アカマツおよび落葉広葉樹 2 クラスの合計 5 クラスに分類した森林タイプ分類図を作成し、分類精度を検討した（図 1）。最尤法による教師つき分類の全体精度は 58.6%であり、Kappa 係数は 0.493 であった（表 1）。植生別にみるとヒノキの分類精度は 65.2%、スギは 34.6%で、アカマツは 24.0%であった。アカマツの分類精度は非常に低く、ヒノキや広葉樹への誤分類が多かった。この原因としては、アカマツの多くがヒノキや広葉樹と混交しており、アカマツ純林としてトレーニングエリアを選定することが困難であった事が挙げられる。また、スギの分類精度も高くなかったため、植林樹種であるヒノキとスギの分類精度を向上することがもっとも重要な課題である。

次に、植林樹種（スギ・ヒノキ）の分布を明らかにするために、植林樹種とその他の樹種（アカマツ・広葉樹）の 2 クラスに分けた森林タイプ図を、植生指数を用いて作成し、精度検証を行った。植生指数は正規化指数 NDRE（Normalized Difference Rededge Index）および NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）の二つを用いた。その結果、全体精度はそれぞれ NDVI で 84.9%、NDRE で 88.0%であり、Kappa 係数はそれぞれ NDVI で 0.763、NDRE で 0.811 だった。樹種ごとに分類精度をみると、NDVI で分類した場合には植林樹種、その他の樹種ともに約 75%であった。NDRE で分類した場合は、植林樹種で 88.9%、その他の樹種で 79.2%



であった。植生指数、とくに Rededge バンドを利用した NDRE を用いて、植林樹種（スギ・ヒノキ）と他の森林植生を高い精度で分類できることが判明した。

そこで、Rededge バンドを用いた新しい分類指標（Re 差分情報：DRe）を考案し、針葉樹（スギ・ヒノキ）、アカマツおよび広葉樹の 3 クラスの森林タイプ図を、レベルスライス法を用いて作成し、精度検証を行った。その結果、全体精度は 66.0% であり、Kappa 係数は 0.544 であった。針葉樹の分類精度は 54.3% で、アカマツの分類精度は 20.0% であった。DRe という 1 次元データを利用して単純な方法で、教師つき分類と同等の分類精度を得られることが明らかになった。今後はレベルスライスでの DRe の閾値を調整したり、他季節の RapidEye データへ適用することで、分類精度を向上させたい。また、入手済みの GeoEye 衛星データ（2010 年 3 月 30 日）および撮影の QucikBird 衛星データ（2008 年 5 月 7 日）も利用して、スギとヒノキを中心に分類精度を向上する手法について検討していく。

本研究は農林水産省実用技術開発事業「高精度資源情報を活用した森林経営計画策定支援システムの構築と検証」で実施した。

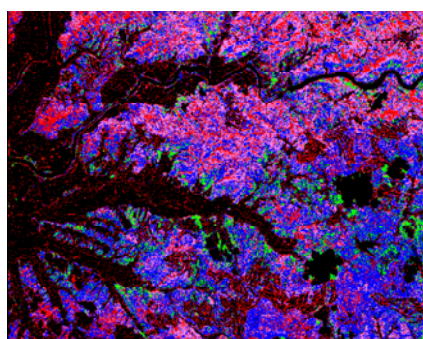


図 1 教師つき分類による森林タイプ図

表 1 教師つき分類による森林タイプ分類の精度検証

|                    | ヒノキ   | アカマツ  | スギ    | 広葉樹A  | 広葉樹B  | 非森林 | 合計  | User's Accuracy |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----------------|
| ヒノキ                | 43    | 3     | 4     | 10    | 6     | 0   | 66  | 65.2%           |
| アカマツ               | 16    | 29    | 8     | 39    | 28    | 1   | 121 | 24.0%           |
| スギ                 | 10    | 4     | 27    | 10    | 14    | 13  | 78  | 34.6%           |
| 広葉樹A               | 0     | 0     | 0     | 16    | 1     | 0   | 17  | 94.1%           |
| 広葉樹B               | 0     | 0     | 0     | 0     | 3     | 0   | 3   | 100.0%          |
| 非森林                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 115 | 115 |                 |
| 合計                 | 69    | 36    | 39    | 75    | 52    | 129 | 400 |                 |
| Producers Accuracy | 62.3% | 80.6% | 69.2% | 21.3% | 57.7% |     |     |                 |

全体精度：58.6% Kappa係数：0.4931

## 2. 高山試験地における森林資源分布の実態解析

植物は光合成によって大気中の二酸化炭素を固定するが、森林は木部に炭素を蓄えていることから、貯留量は他の陸上生態系よりも多い。高山試験地では 21 世紀 COE において大八賀川の炭素収支をシミュレーションしているが、広域での検証は不十分である。年々の森林の成長をモニタリングし、森林による炭素の固定量を計測して、検証の補助データとすることも可能である。しかし、広域での炭素固定量を把握するには、航空機レーザ（LiDAR）による観測が適している。高山試験地において 2003 年に岐阜県、2005 年に秋山研、2011 年に栗屋研が、航空機 LiDAR によって森林の樹冠面の標高を観測した。これらのデータから森林のバイオマスとその変化量を解析することによって、森林が固定する炭素の量を明らかにできる。本研究では、森林調査データに基づいて LiDAR データを解析して木部バイオマス（材積）の分布を推定した結果を報告する。

大八賀川流域の森林は、概ね落葉広葉樹林、常緑針葉樹の人工林（スギ、ヒノキ）とカラマツ人工林に大別される。面積の狭いカラマツを除いて、2011 年観測の LiDAR データを用いて常緑針葉樹林と落葉広葉樹林を対象に材積の推定式を調整した。この推定式と 2011 年の LiDAR データと高分解能衛星 QuickBird のデータを用いて作成した森林タイプ分類図を利用して、大八賀川中流域の材積の分布を推定した。

2010～2012 年に森林調査を実施し、落葉広葉樹 55 プロット、常緑針葉樹林 16 プロットにおいて、地上 1.2m での毎木の胸高直径と樹高を測定し、樹種を判定し、樹種別の材積式を利用して材積を求めた。プロットの座標は後処理ディファレンシャル方式により GPS で計測した。GPS で計測した座標に基づいて、各プロットに対応した LiDAR データをサンプリングし、平均林冠高および林冠高のパーセンタイル値などを算出した。これら LiDAR データの統計量と林分の材積について相関係数を求めて、材積推定に有効なパラメータを検討した。落葉広葉樹については平均林冠高、常緑針葉樹については林冠高の 90 パーセンタイル値が有効と判断



された。既往研究でスギ・ヒノキの場合は 90 パーセンタイル値と林冠高の変動係数を用いた 2 変数式（高橋式、筑波山データで調整）が材積推定に有効なことが確認されている。落葉広葉樹において平均林冠高と変動係数を用いた 2 変数式を作成し、これと高橋式を利用してバイオマス分布を図化した。

高山試験地では大径の落葉広葉樹林は見当たらず、大きい林でも材積は  $400\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  に満たない。材積の推定結果を検証すると、高材積林分でやや過少推定になるが、地上測定値と LiDAR データによる推定値は概ね原点を通る傾き 1.01 の直線で表せる（図 2 a）。一方、常緑針葉樹についても、高材積林分で過少評価されるが、測定値と推定値の関係を傾き 0.94 の直線で近似できた（図 2 b）。過少推定となった 2 林分は間伐によって立木密度が低めになっているのに対して、残りの林分は立木密度が高い。このような林分構造の違いが LiDAR データを用いた材積推定に影響したと考えられた。なお、2011 年より以前では大八賀川には密度の高い人工林が多いため、高橋式は大八賀川の針葉樹材積をやや過大に推定する恐れがある。図 3 は高山試験地庁舎付近での材積分布図である。急斜面で地面の標高データ(DTM)の精度が悪いため、林冠高の推定精度が低く、材積が過大あるいは過少に推定される場所が散見される。また、広葉樹林の中に非森林と分類されているエリアが広がっている。

同じ材積式を 2003 年に岐阜県が観測した LiDAR データに適用して、大八賀川流域の材積を推定した。暫定値ではあるが、大八賀川の森林面積は約 4060ha で、総蓄積は約 121.6 万  $\text{m}^3$  となった。そのうち約 81.5 万  $\text{m}^3$  が常緑針葉樹、36.5 万  $\text{m}^3$  が落葉広葉樹、3.6 万  $\text{m}^3$  がカラマツである。今後、バイオマス推定式を見直すとともに森林タイプ図を改良して、材積分布図の精度を向上させたい。

本研究は科学研究費補助金基盤 A「プロセスモデルによる炭素収支のスケールアップ推定の精度検証手法の開発（課題番号 22248017）」で実施した。

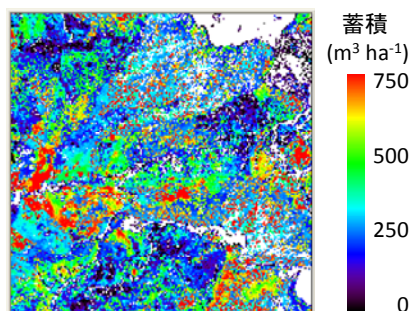
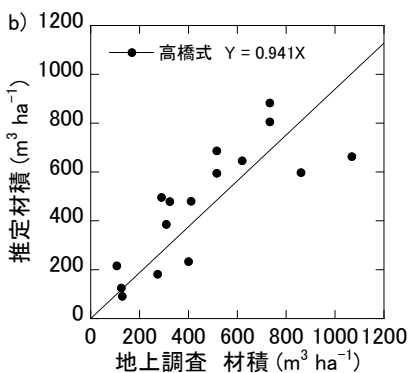
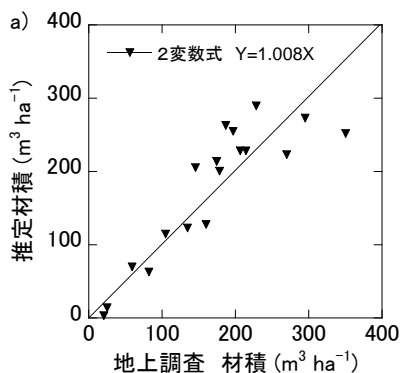


図 2 推定材積の検証結果 (a: 広葉樹, b: 針葉樹)

図 3 材積分布図

### 3. 森林の開葉日と立地因子の関係についての流域レベルでの検証

近年、異常気象が多発して、気候の年々変動が大きくなっているように感じられる。気温の上昇などによって植物の生育期間が変化することは桜の開花日が年々変化していることから、直感的に理解できる。桜の開花や紅葉は気象庁によって毎年観察し、報告されているが、開葉から落葉までの生育期間については情報が希薄である。そこで、気候変動が森林の開葉に及ぼす影響を評価するため、本研究では TERRA 衛星に搭載されている MODIS センサのデータを利用して開葉日を判定し、開葉に影響の深い要因を明らかにすることを目的とした。

昨年度、毎日の 1km メッシュの MODIS の正規化植生指数(NDVI)を利用して、森林の開葉日を判定するアルゴリズムを開発した。今年度はそのアルゴリズムを 250m メッシュの NDVI に適用して開葉日を判定したが、常緑林では判定できない画素が多かった（図 4、白いエリア）。2001 年 4 月 23 日（通算日 113 日）の Landsat/TM データを利用して落葉林の開葉判定日の判定精度をクロスチェックにより評価した。TM データについて

NDVI を算出し、閾値を設定して落葉広葉樹林について未開葉と開葉開始後の境界を定め、境界が不連続になるため、目視により境界線を設定した（開葉線、図 5）。開葉線上に位置する開葉日マップの画素について、開葉判定日を確認した。開葉判定日の平均値は 114.4 日となり、真値（113 日）との違いは 1 日だけだったが、標準偏差が 4.4 日と大きく、113 日の前後 3 日間（1 週間）の中に判定結果の約 70%が入るに過ぎなかったが、概ね妥当な結果と判断した。

開葉日の判定結果の特徴を把握するために、標高および気温との関係を検証した。2006 年以降、大八賀川流域に気温計を設置し、20 分間隔で気温データを収集してきたが、今年度は 2007 年の測定結果と開葉日の判定結果を利用した。開葉判定日と標高については有意な正の相関が認められ、開葉前線が麓から流域最上部まで上るのに 2 ヶ月を要することが分かった（図 6）。開葉日判定の精度を保証するものではないが、妥当な結果と考えられる。標高に対して開葉判定日がばらつく理由として、MODIS データに由来する誤差、開葉日判定アルゴリズムに由来する誤差、日射量や樹種構成などの要因で生じる空間変動の 3 つが考えられる。

日平均気温、日最高気温、日最低気温について標高と回帰分析を行って一次式を求めたが、日最低気温以外は標高との相関が高い日がほとんどだった。そこで標高データと一次式を利用して、大八賀川流域全体での毎日の平均気温、最高気温の空間分布を推定し、MODIS データで判定した開葉判定日と気温との関係について検証した。開葉判定日は日平均気温と相関が高く、開葉判定日が遅いほど日平均気温が高い傾向が現れた（図 7）。開葉は気温の前歴を反映するため、本来は積算気温のようなパラメータを利用して開葉の要因を探るべきだが、開葉判定日と日平均気温の間に正の相関が認められたことは興味深い。今後は積算気温との関係を検証する予定である。

本研究は農林水産省研究プロジェクト「地球温暖化が森林及び林業分野に与える影響評価と適応技術の開発委託事業」で実施した。

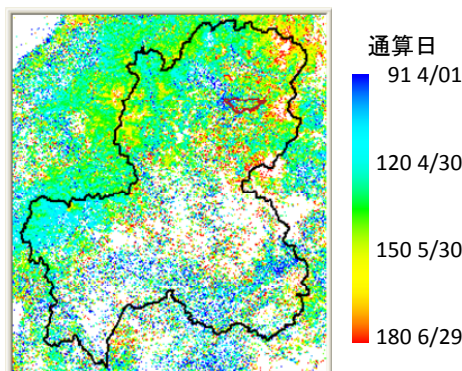


図 4 開葉日マップ（2001 年）

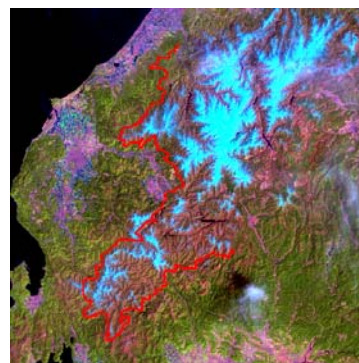


図 5 開葉線（赤線，TM 2001/4/23）

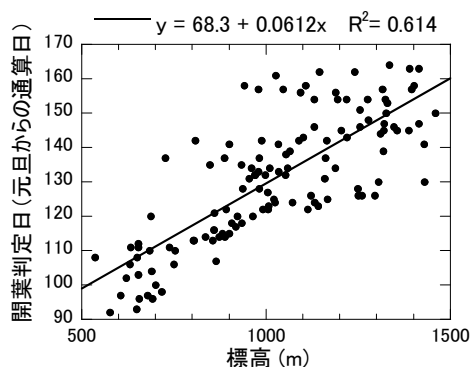


図 6 標高と開葉判定日の関係

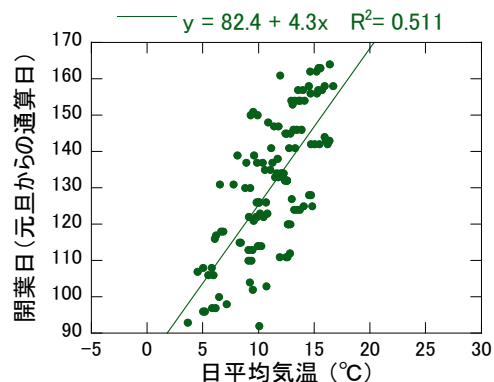


図 7 日平均気温と開葉判定日の関係

## 研究テーマ： リモートセンシングデータと GIS を用いた流域水文解析に関する研究

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： 篠田 成郎 (総合情報メディアセンター)・大橋 慶介・吉野 純 (工学部)

研究協力者： 鈴木 貴幸 (流域圏科学研究センター)・車戸 憲二 (流域圏科学研究センター高山試験地)・  
MAHBOOB MD. GOLAM・原田 彩・EDWEENA ZAINAL・籍 兆源 (大学院学生)・大池 永子・岡村 圭  
祐・小堀 雄太・佐藤 駿介・野田 順平・林 茂樹・牧野 由依・山田 文希 (学部学生)

平成 24 年度の研究活動は大きく分けると以下の 2 部分からなる。

### 1. 流域スケールでの降雨遮断の推定

降雨遮断現象を再現する鉛直 1 次元モデルを 50m メッシュで流域内に 2 次的に配置し、降雨遮断量の分布を推定する分布型遮断モデルを開発し、岐阜県高山市大八賀川流域における流域スケールでの降雨遮断量の推定を行った。樹冠通過雨量に影響が大きい樹冠疎密度分布は、航空機 LIDAR データより算出した。遮断蒸発の速度は林内の気象条件に影響すると考えられるが、分布情報を得ることが比較的容易な気温に着目し、流域内の 3 地点で観測された気温データと標高データを用いて流域内の気温分布を得た。また流域内に設置した 10 個の雨量計より得られた雨量観測データより距離重みづけ内挿法により流域内の雨量分布情報を得た。2009 年の 10 降雨イベントに対しシミュレーションを行い、各降雨イベントでの流域下端での直接流出量とシミュレーション結果である正味林内雨量の比較を行ったところ良好な相関を得た (図 1)。一方、推定正味林内雨量、直接流出量を総降雨量で除して流出率として比較したところ、若干ばらつきがみられた (図 2)。図 2 のプロットを各降雨イベントの前 3 日間降雨で分類したところ、十分な先行降雨があり土壌が湿っていると思われるイベントと、比較的土壌が乾いていると考えられるイベントに分離することができた。先行降雨による土壌水分状態を考慮すると、本遮断モデルにより各降雨イベント時の流出率、直接流出量の予測が可能と思われる。

次に、本モデルに樹冠疎密度の季節変動情報を与えるため、MODIS NDVI データより 16 日ごとの樹冠疎密度分布データを得た。しかし、あまり精度の向上はみられなかった。大八賀川流域のスケールに対し、MODIS データの解像度が粗いことが原因の一つと考えられる。さらに、数値気象モデルによる 2 kmメッシュの気象データを用いた解析を行った。2m 高度の気温分布と降雨分布のみを用いて同様のシミュレーションを実施した。2m 高度気温分布を用いたシミュレーションでは従来の 3 地点の現地観測気温データを用いたケースと同様の推定結果が得られた。数値気象モデルでは 2m 高度気温データ以外に、水蒸気量、風速といった気象情報も計算されており、遮断モデルを改良してこれらの気象条件を組み込めば、より精度の向上が期待できる。

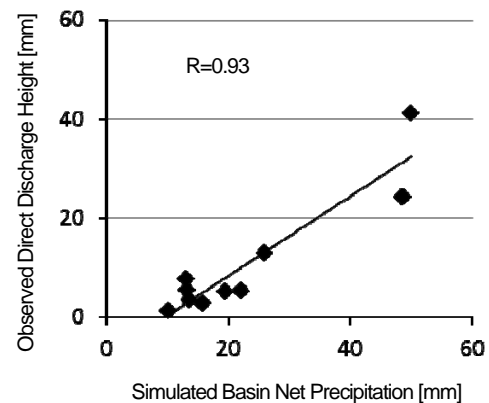


図 1 直接流出高と流域平均正味林内雨量の比較。

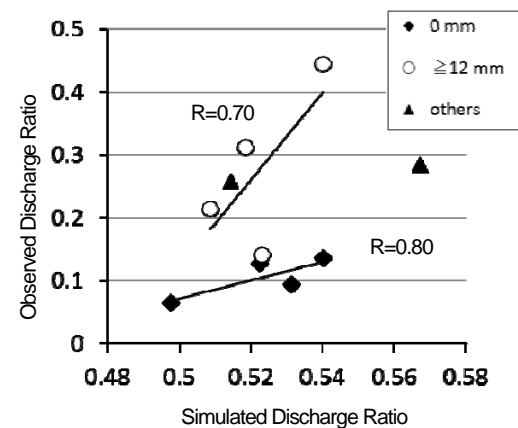


図 2 直接流出率と推定有効降雨率の比較 (前 3 日間降水量で分類)。

## 2. 山地森林流域の流出特性の長期変動に関する研究

森林による洪水流出抑制機能、水源涵養機能などのいわゆる「緑のダム」機能は一般にもその重要性が認識されているが、森林の成長による流出機構の変動に関しては諸説あり、いまだ解明されていない。そこで岐阜県中津川市のニッ森山を源流とする小山地森林流域において 1984 年～2007 年まで観測された水文データを用いて、森林流域における流出特性の長期変動について検討を行った。水文データを降雨イベント毎に分割し、ハイドログラフの分離により得た直接流出高と流域平均降水量より直接流出率を算出し、その長期トレンドを確認したところ、流域内での間伐施業が終了し、森林に手入れがされていない 1989 年以降では流出率が  $-0.005 [y^{-1}]$  程度の傾きで低減する傾向にあることが分かった。これは、森林の成長や森林土壌の発達等の森林環境の変化による影響と考えられる。

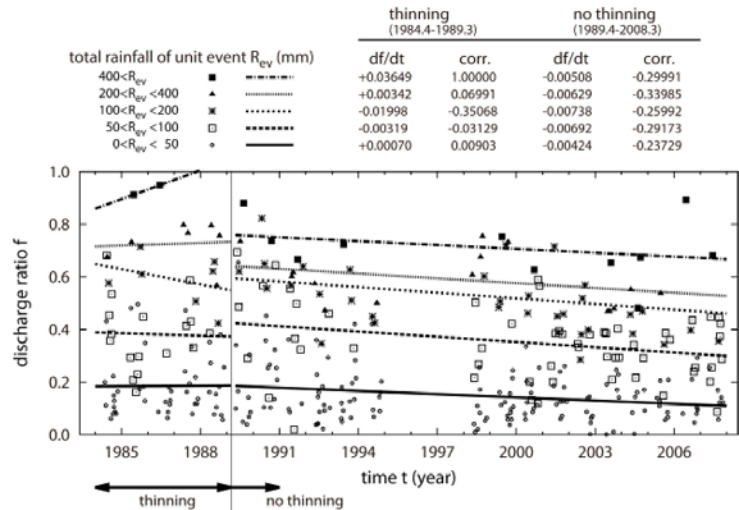


図 3 森林流域における直接流出率の長期トレンド。

次に、直列 4 段タンクモデルを本流域に適用した。まず全期間の水文データを用いてモデルパラメタの同定を行った。次に、水文データを約 5 年間毎に区切り、各期間でのパラメタの最適化を行い、モデルパラメタの長期変動より流出特性変化の解析を行った。その際、基底流出、遅い中間流出及び鉛直浸透速度に関係する第 2～4 段目タンクの各モデルパラメタと第 1 段目タンク下部の鉛直浸透に関するモデルパラメタは、全期間で同定された最適パラメタに固定し、洪水流出に影響の高い第 1 段目タンクの側方流出パラメタのみ最適化を行ったところ、図 4 のようにモデルパラメタ値が減少傾向を示した。タンクモデルの第 1 段目タンクの側方流出パラメタの値は、洪水時の流出特性に影響し、値が小さければピーク流量が小さく、ゆっくりとした流出特性を示す。したがって、図 4 のようなトレンドを示すことは、本流域では洪水時のピーク流量が減少し、大洪水が発生しにくくなっていることを示している。一方、ピーク流量が減少することにより、森林土壌への一次貯留量が増大し、浸透量の増加、直接流出量が減少すると考えられる。実際に同じ降雨ハイドログラフを 4 時期の各モデルに適用し、流出率の変動を確認したところ、 $-0.00495 [y^{-1}]$  で減少した。これは、長期水文データによる解析より得た長期傾向と一致している。モデル解析により、直接流出に影響する森林の表層土壌の側方流出特性の変動だけで、森林の洪水抑制機能、水源涵養機能の変動が説明できることが確認できた。

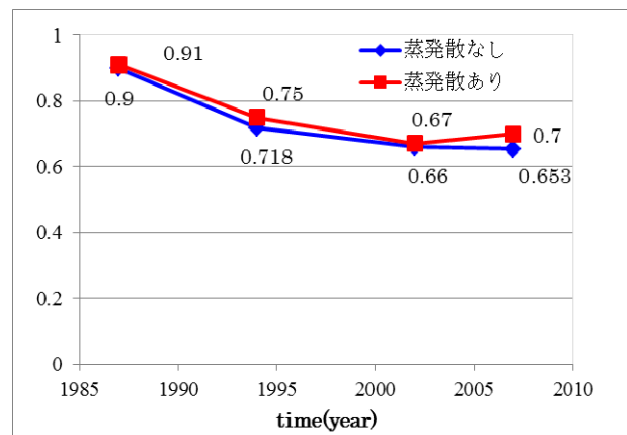


図 4 流出モデルパラメタの長期トレンド。

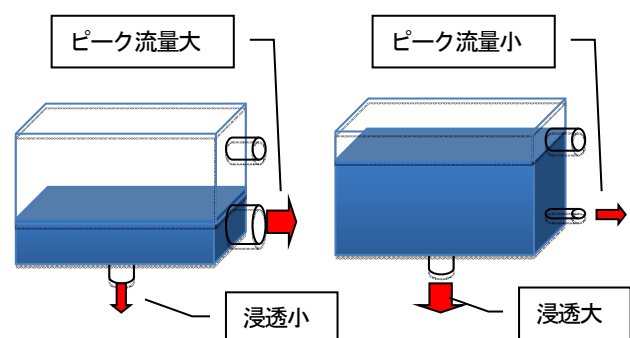


図 5 タンクモデルパラメタと流出特性。



## 研究テーマ：南海トラフの巨大地震による岐阜県域での強震動の特性評価

所 属：流域情報研究部門 地盤安全診断研究分野 教授

氏 名：杉戸 真太

共同研究者：久世 益充(流域圏科学研究センター)・能島 暢呂(工学部)

研究協力者：鶴飼 昌寛(八千代エンジニアリング(株))、井上 公究(大学院学生)

### 1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震は、プレート間での巨大地震が東海から南海に至る地域のみならず、我が国の太平洋沖のどこにおいても起こりうることを改めて我々の前に示した地震であった。東北地方の沖合においては、869 年の貞観地震が同等規模の地震であり、この規模の地震としては 1100 年以上の再現期間となる。

一方、東海から南海にかけての南海トラフに沿って、室町時代からだけでも 90 年～150 年程度の短い再現期間での巨大地震が少なくとも 5 回発生しており、巨大地震がこのように短い再現期間で発生しているのは世界でもこの地域だけであることが知られている。

先の東北の震災を受けて、この海溝型巨大地震の頻発地域においては、断層長さが 750km にも及ぶ巨大地震の震源断層が当該地域において想定されている（内閣府<sup>1)</sup>、2011.12.）。東海から関西、さらには四国地域において高震度をもたらすであろうこの地震による各地域での強震動特性を知り、各地域において実施すべき事前の有効な耐震化施策に繋げることが喫緊の課題である。

本研究では、岐阜県域を対象として、このような超巨大地震による強震動の工学的特性について検討した。

### 2. 南海トラフにおける海溝型巨大地震の断層モデルとシミュレーション地震動

図-1 に、内閣府<sup>1)</sup>から発表された南海トラフにおいて想定される超巨大地震の断層領域を薄茶色の輪郭線で示した。各格子点は、強震動シミュレーションにおける要素断層を表しており、大きな点の部分はアスペリティ分布（強震動生成域）を示している。これらは、強震動予測法 EMPR<sup>2)</sup>を適用するにあたり分割されたものである。従来からこの領域において想定されている東海、東南海、南海地震の断層（青色の輪郭線）、ならびに内陸直下地震の一例として岐阜県の地震被害想定調査で対象とされた養老・桑名・四日市断層帯についても加えて示した。また、図-1 に示された各断層の巨視的パラメータを表-1 に示した。

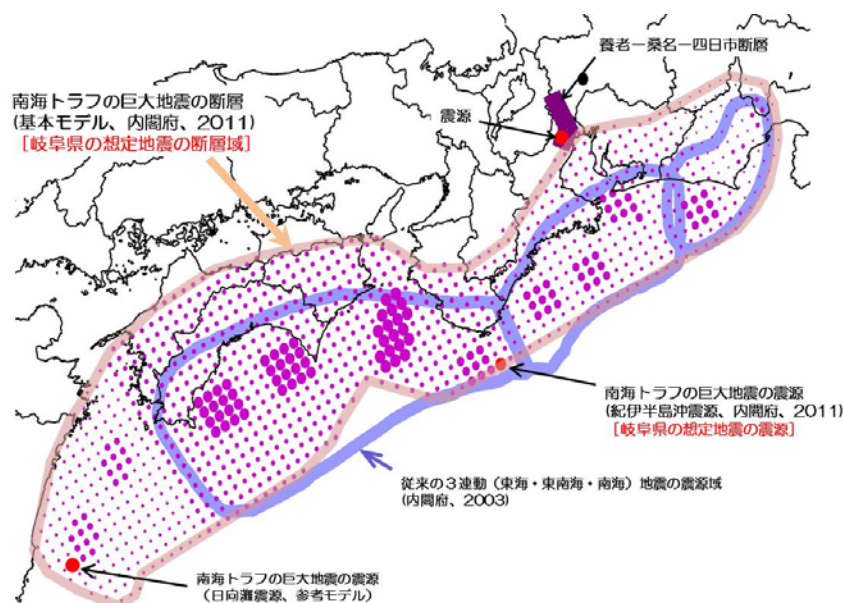


図-1 海溝型巨大地震、内陸直下地震の断層と震源位置

表-1 断層パラメーター一覧

| 想定地震             | 断層長さ×幅 (km) | 地震モーメント (Nm)          | マグニチュード Mw | 断層の破壊伝播速度(km/sec) |
|------------------|-------------|-----------------------|------------|-------------------|
| 南海トラフ巨大地震        | 750×250     | $3.40 \times 10^{22}$ | 9.0        | 2.7               |
| 東海・東南海・南海(3連動)地震 | 600×150     | $8.34 \times 10^{21}$ | 8.6        | 2.7               |
| 養老・桑名・四日市断層帯地震   | 57×20       | $1.10 \times 10^{19}$ | 7.3        | 2.5               |

従来よりこの地域で想定されてきた東海、東南海、南海地震の3つが連動するいわゆる3連動地震による各主要都市での強震動の特徴について考察する。震源位置は、東海地域において震度がより大きくなると予想される南海地震断層の西端のケース<sup>3)</sup>を考えた。

3つの断層はそれぞれ独立で、南海地震の破壊伝播が東南海地震にはじめに達したところを東南海地震の震源とし、次の東海地震についても同様に考えた。また、典型的な内陸直下地震の一例として、養老断層がさらにその先の桑名、四日市断層と連動もあり得るとして内閣府より発表されている表-1の断層サイズに相当する検討も行った。

図-2は、東海～中国・四国地域の主要都市地点における3連動地震による強震動加速度波形を示した。シミュレーションは、非定常スペクトルの重ね合わせによるVs=500 m/sec 相当の工学的基盤での強震動予測法 (E<sub>K</sub>MPR) 3)を用いた。断層最短距離、着目地点と断層破壊の伝播方向との位置関係の違いなどによる加速度時刻歴波形の特徴的な違いが明確に現れている。たとえば岐阜市では、東南海による地震動（2番目の卓越地震動）の方が南海地震による地震動よりもやや強度が高いが、この傾向はさらに東南海地震の断層に近い名古屋市で顕著になっている。また、静岡市では、東南海と東海地震による地震動が短い時間に集中しており、基盤レベルでも震度6強 (6.03) となっている。大阪市、和歌山市では、南海地震による地震動が集中しており、その後来襲する東南海、東海地震に比べて大きく卓越している。

通常の表層地盤では、上記の工学的基盤 (Vs=500m/sec 相当) の計測震度に対して 0.5 前後増幅することが知られており、おおよその地表震度値は同図の基盤での震度に 0.5 程度加えた値となる。

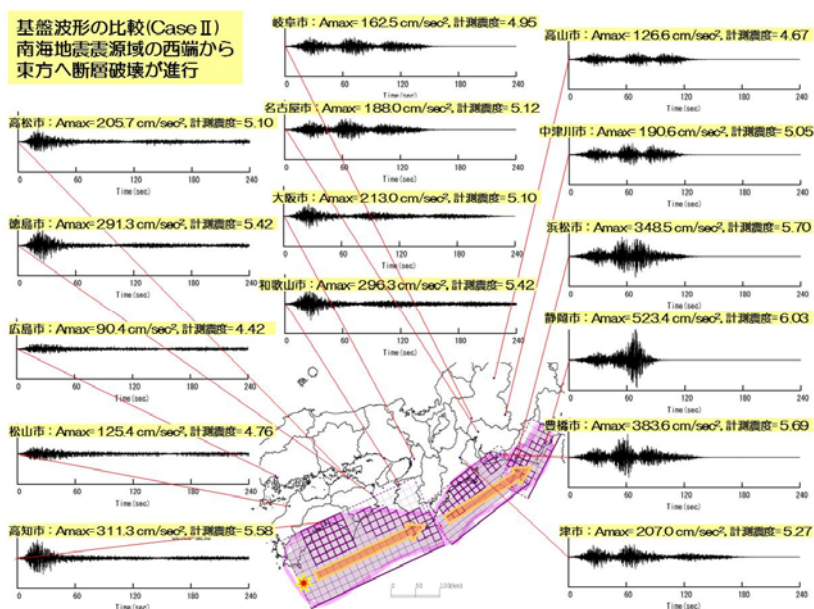


図-2 3連動（東海・東南海・南海）地震による西日本の各都市における強震動の特性（工学的基盤波形）

図-3に、従来から想定されてきた東南海と東海が連動する安政の東海地震型（いわゆる2連動）、ならびに3連動、さらに南海トラフの巨大地震と内陸直下地震の典型例として養老・桑名・四日市断層帯地震による岐阜市地点における工学的基盤での強震動波形を図-3に示した。計測震度値は加速度時刻歴波形の最大レベルでの値に大きく依存するため、2連動、3連動での基盤震度の違いはほとんどないことが分かる。一方、



筆者らがかねてより指摘してきた強震動継続時間の違いは大きくあり、被害想定調査でもこのような継続時間の違いを考慮することが望まれる。南海トラフ巨大地震については、断層域がかなり岐阜県に近づくため、2, 3 連動地震と比較して計測震度は 0.5 近く増大しており、相当の直接、間接的な被害が増大することが容易に推察される。また、内陸直下地震（養老・桑名・四日市断層帯地震）の場合は、岐阜市地点での工学的基盤レベルで震度 6 弱（計測震度 5.56）となっており、断層サイズが小さいが、さらに震源近傍地域では震度 7 に相当する強震動となることが容易に予想される。また、強震動継続時間は 20 秒程度であり、海溝型地震が 2 分～5 分程度であることと極端な違いがあることが分かる。

図-4 には、内閣府が設定している南海トラフ沿いの断層域におけるアスペリティ位置（強震動成分の生成期）4 パターン（基本、陸域、東側、西側）の違いを示した。内閣府の震度推定マップは、これら 4 つのパターンにおける各地の震度分布ならびに経験的手法による震度分布において、各地点での最大震度の値を一枚の地図上に公開している。

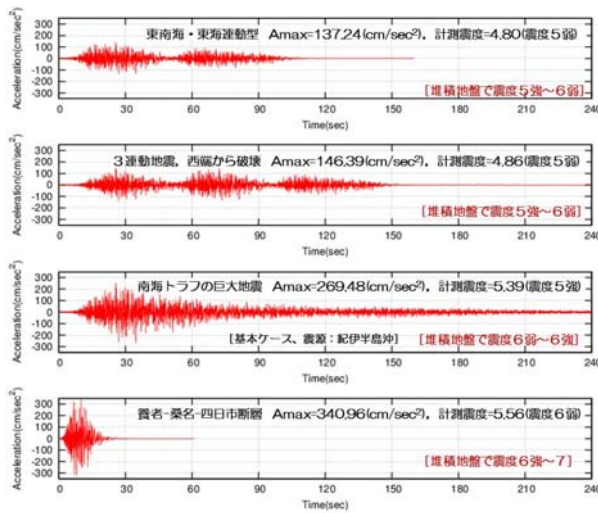


図-3 岐阜市地点でのシミュレーション(工学的基盤レベル)

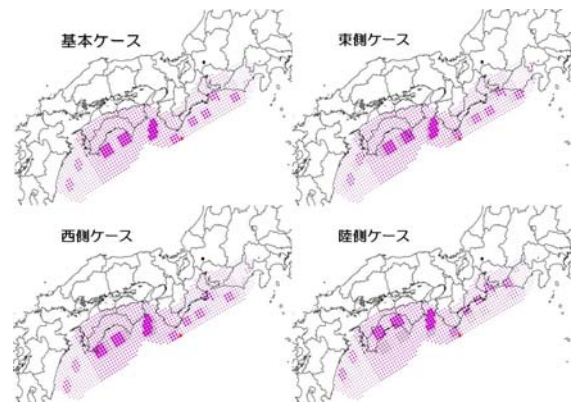


図-4 南海トラフ巨大地震におけるアスペリティ分布のパターン(2011年、内閣府による)

内閣府で想定されている図-4 に示される 4 ケースのアスペリティ分布（強震動生成域分布）に加え、断層破壊が東海地域に向かって進展するパターン（日向灘震源）を設定し、合計 8 パターンの地震動シミュレーションを実施した。それらの結果を、図-5、図-6 に示した。

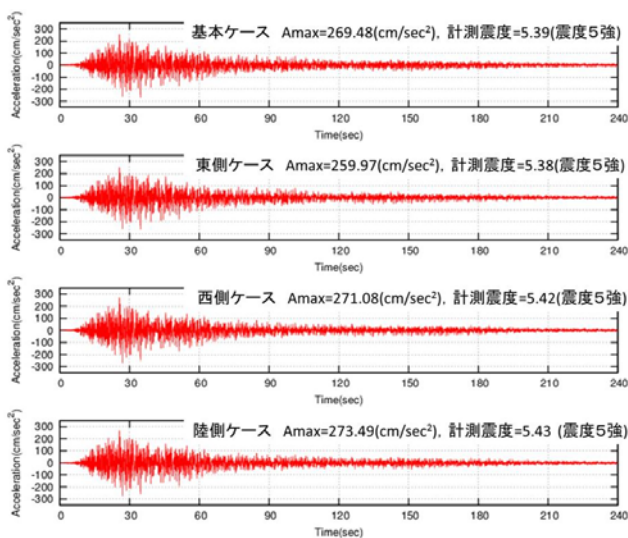


図-5 紀伊半島沖震源での各パターンの強震動

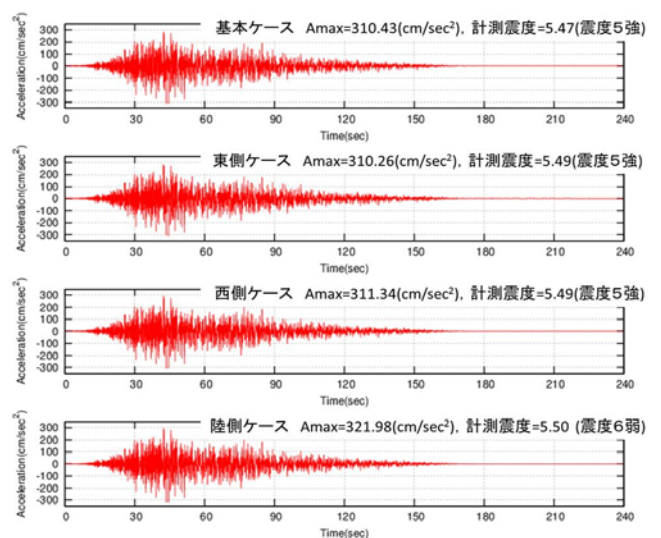


図-6 日向灘震源での各パターンの強震動

図-5（紀伊半島沖震源）において、東海地域からみると南海地域の断層破壊が遠ざかっていくことから、90 秒程度以降での極端に長い震動継続時間が確認できる。一方、図-6（日向灘震源）では、30～60 秒程度に大きな震動パワーが集中し、震動継続時間は図-5 のパターンよりはかなり短くなっていることが分かる。ただし、この場合でも震動継続時間は2分半～3分程度続くことから、地盤液状化による被害の著しい拡大は十分予想される。これら 8 ケースでの岐阜市域での工学的基盤レベルでの計測震度の範囲は 5.39～5.50 であり、大きくは異なることも分かる。

図-7 に、岐阜県域を対象として南海トラフ巨大地震（基本パターン、紀伊半島沖震源）における推定震度分布、ならびに 5 圏域における各レベルの震度暴露人口の相対比<sup>4)</sup>を示した。県内を 250m メッシュに区分し、各メッシュでの基盤地震動を算出し、さらにメッシュ毎に割り当てられた表層地盤モデルを用いて地盤応答解析を行い、地表地震動を算出<sup>5)</sup>した。これらは、岐阜県の地震被害想定調査（平成 25 年 2 月）において実施された結果である。県内での震度分布の特徴として、断層に近い南部の圏域での震度が相対的に大きく、また、西濃ならびに岐阜圏域での表層地盤が軟弱な地域で震度がとくに大きく増幅する、さらに、県中部や北部においても河川に沿う地域での地震動の増幅の傾向がうかがわれる。

断層からはやや離れた岐阜県においてもこのように強大な地震動が想定されることから、断層の直上に位置する複数の県においては震動による甚大な被害が予測され、さらには、20m を超える波高の津波来襲が広域で予測されており、先の 2011 年東日本大震災をはるかに凌ぐ大災害が予測される。

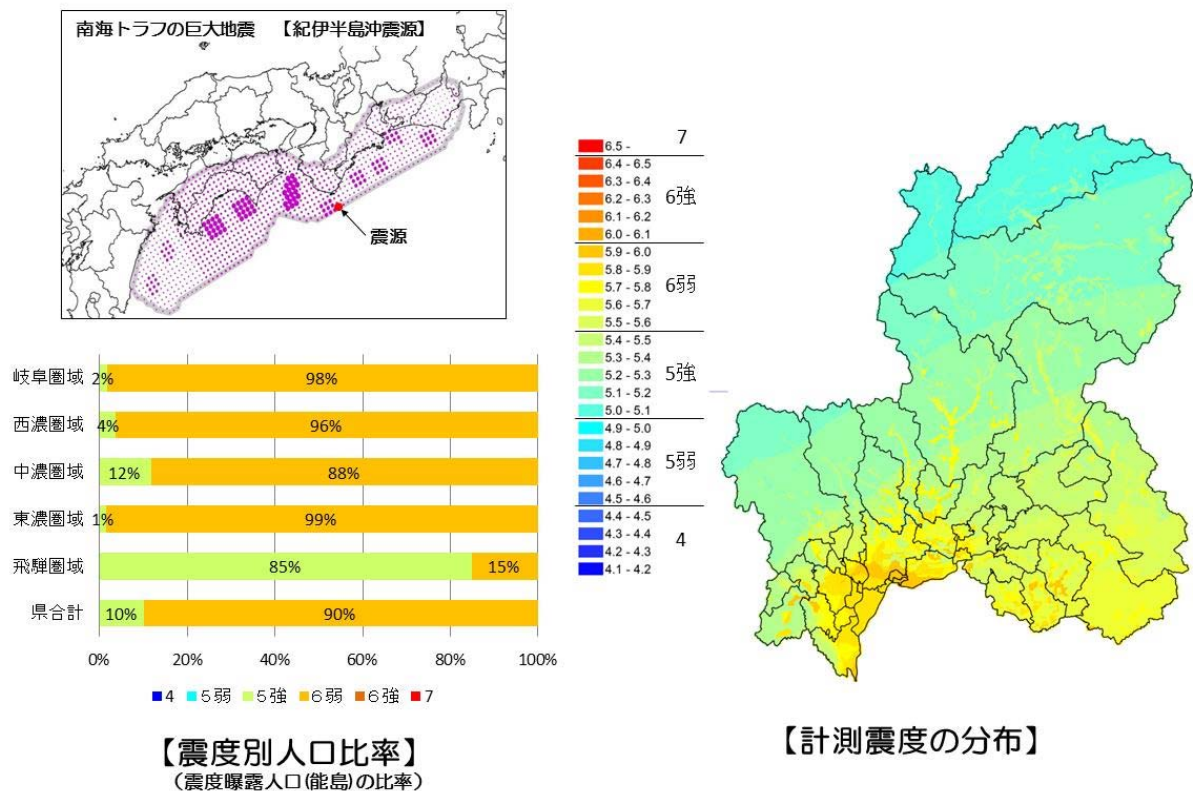


図-7 南海トラフ巨大地震を想定した岐阜県での震度分布と各圏域での震度暴露人口比

### 参考文献

- 1) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会、[http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai\\_trough/nankai\\_trough\\_top.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/nankai_trough_top.html)
- 2) Sugito, M., Furumoto, Y., and Sugiyama, T.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra. 12th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 2111, (CD-ROM), 2000.
- 3) 久世益充・杉戸真太・能島暢呂：南海トラフの巨大地震を想定した広域震度予測、自然災害科学、22-1、pp. 87-99、2003.
- 4) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太・鈴木康夫：震度暴露人口による震災ポテンシャル評価の試み、自然災害科学、23-3、pp. 363-380、2004.
- 5) 杉戸真太・合田尚義・増田民夫、周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察、土木学会論文集、No. 493/III-27、pp. 49-58、1992.

## 研究テーマ： 地形を正確に捉える試み

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 : 沢田 和秀  
 共同研究者 : 村田 芳信 (社会資本アセットマネジメント技術研究センター)  
 辻 八郎 (エイト工業株式会社)  
 富井 隆春・佐野 一栄 (合同会社アミューズ ワンセルフ)  
 森口 周二 (工学部社会基盤工学科)  
 研究協力者 : 岩田 悟 (西濃建機株式会社)  
 坪井 利幸 (株式会社アンドー)

平成 24 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. UAV により地形を正確に捉える試み

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いて、空中から写真撮影することによって、正確に地形を把握する技術を検討してきた。UAV を利用できる特徴として、安価で安全に、必要な箇所の高精度航空写真が得られるためである。特に、写真測量の原理を用いて地形計測を実施する場合、軽量がメリットの UAV には高精度センサー等が搭載できないため、精度を妥協しなければならない部分があった。今回、2 周波 GPS 受信装置を開発したことで、写真計測に重要な、写真撮影位置 (GPS 座標と撮影時間) を 1000 分の 1 秒以内で同期させることが可能になった。具体的には、図 1 および図 2 を用いて説明する。図 1 のように、GPS のパルスから出力される正確な信号でカメラのシャッターを切ったとしても、信号の伝播遅延やシャッター装置のメカニカル誤差により遅延が発生する (図黒矢印)。仮にこれが 1/10 秒であったとしても、時速 25km/h 程度で飛行する UAV の場合、約 0.7m の位置誤差が発生する。一方、開発した技術では、図 2 に示すように、シャッタータイミングを制御し (図赤矢印)、さらに信号の伝播遅延やシャッター装置のメカニカル誤差による遅延を見込むことで、UAV 位置と同期 (1000 分の 1 秒以内) した撮影ができる。この技術により、高精度な位置情報を持った画像が取得できる。オルソ画像作成や 3D データ出力を行えば、対空標識など外部標定なしに世界測地系に基づいた座標を得ることができ、利用が大幅に広がる。

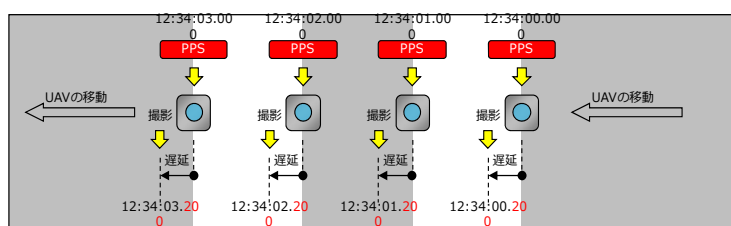


図 1 GPS のパルスによる写真撮影と位置精度のイメージ (時間のずれ)

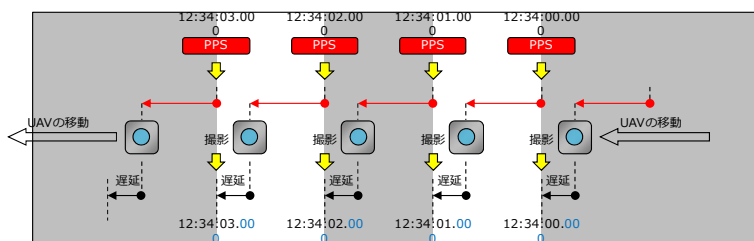


図 2 GPS パルスを利用した写真撮影と位置精度のイメージ



## 2. 全自動表面波探査装置の開発

2次元表面波探査は地表に並べた多数の地震計によって地表面をカケヤで打撃した際に発生する弾性波を観測し、深さ 10 数 m の地盤の S 波速度分布を解析する技術で、測定が簡便で測定結果からユニークに地盤の S 波速度分布を解析できることから、盛土の品質評価をはじめ種々の対象に適用が研究されている。しかし、道路や堤防、護岸などの長大な土構造物では、測定作業の安全確保を含めた効率化が大きな課題だった。図 3 は、2次元表面波探査による地盤内の S 波速度断面図の例である。2次元表面波探査の全自動化を目的として、受振器を一定速度で牽引しながら断続的に等間隔で移動する仕組みを考案し、試作した(特願 2011-087132)。本年度は、地表面をカケヤで打撃する代替装置として、自動起振装置を開発した。計測の省力化と効率化を考慮でき、しかも計測時のデータのばらつきをおさえることが可能となる。

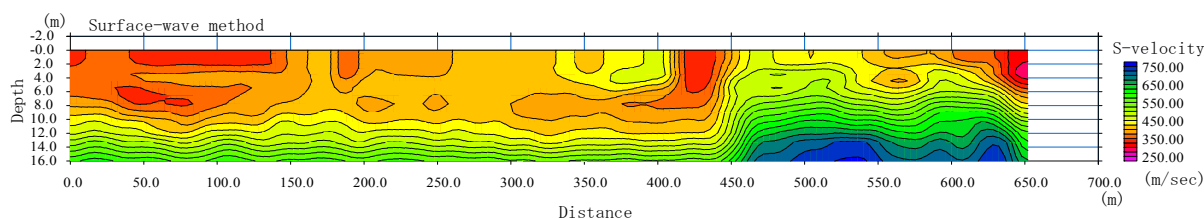


図 3 2次元表面波探査による S 波速度断面図(東海北陸自動車道:大和 IC~白鳥 IC間)

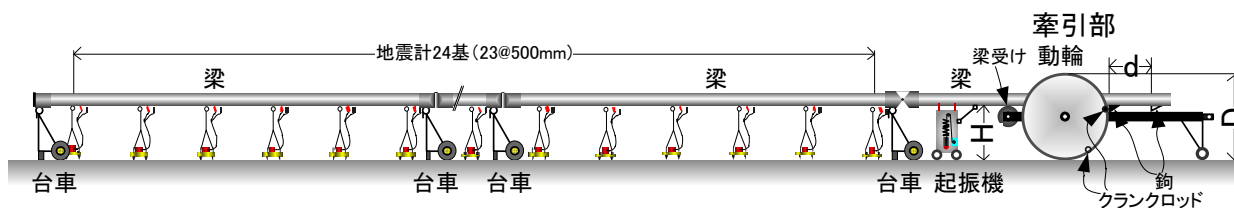


図 4 全自動 2次元表面波探査装置の全体図

## 3. 無人化深礎掘削装置の開発と実証実験

小径の深礎建設のために、無人化深礎掘削装置を開発してきた。本年度は NEXCO 中日本・エイト工業株式会社との 3 者共同研究により、第 2 東名工事区間の基礎工事で無人化深礎掘削装置を用いた掘削およびコンクリート打設を実施した。本装置を用いた掘削により、1)坑内無人化、2)圧入・引抜による土留め支保工のリユース、3)バキュームによる連続排土、等の個別の要素技術が活用され、工事全体の省力化が見込める。今回の工事では、硬岩区間の掘削に多くの時間を要し、掘進速度に関する課題が残されたが、それぞれの個別技術は、大きな問題なく実務で使用できることが実証できた。改良を進め、一般化を目指す。

## 4. 地盤災害に対応するための技術・数値解析手法の高度化

地盤工学研究室では、地盤災害を「なくす」・「へらす」を目標に、地盤の挙動を予測する数値解析手法を開発し、これらの高度化を継続して行うとともに、実務での適用についての研究を行っている。本年度は、1)地盤の液状化を抑制する工法の開発、2)地盤構造物の安定度を把握する手法の開発、3)落石の落下時挙動を予測するシミュレーションの高度化、4)斜面の安定性を評価する数値解析手法の高度化、5)山岳道路の盛土を抽出する解析手法の高度化、6)地形・地質などの情報から崩壊の危険性のある斜面区域を抽出する手法の開発、7)土砂混じり雪崩の流動予測に関する数値解析手法の開発など、地盤災害に対する多くの問題に取り組んだ。詳細な地形情報を有する岐阜県の利点を活かし、社会資本の管理者や住民の安全な生活に寄与できる技術研究開発を継続的に実施する。

## 研究テーマ：高速道路の耐震化優先度評価に関する研究

所 属：流域情報研究部門 流域 GIS 研究分野 助教  
 氏 名：久世 益充  
 共同研究者：杉戸 真太(流域圏科学研究センター)・能島 暢呂(工学部)  
 研究協力者：井上公究(大学院学生)

平成 24 年度は、下記テーマについて研究活動を実施した。

1. 南海トラフの巨大地震を想定した地震動予測に関する検討
  2. 高速道路の耐震化優先度評価に関する検討
  3. 東北地方太平洋沖地震におけるアスペリティ分布推定に関する検討
  4. 地域固有の地震動特性推定に関する検討
  5. 地震動応答解析における地盤パラメータの影響に関する検討
- 本報では、2.の高速道路の耐震化優先度評価に関する検討内容について報告する。

### 1. 背景と目的

高規格の設計基準で整備された高速道路は、地震災害時には緊急輸送路として、その役割を十分に果たすことが要求される。しかし、図 1 に示すように、一部複数の高速道路が整備されているが、大半は代替交通路の無い、線状構造物に等しい。そのため、2009 年駿河湾沖地震で発生した被災事例<sup>1)</sup>のように、1 箇所の被害が高速道路と被災地周辺の一般道路に影響する。従って高速道路においては、地震で被災しないための事前の対策や、万が一被災しても、早期復旧により交通機能を回復できることが重要と思われる。

本研究では、図 1 の高速道路路線を対象に、耐震化優先度評価のための基礎データ整備と、評価指標の検討を行う。さらに、東名・新東名高速道路のような、2 路線が並走するような場合、通行不能になる危険性は軽減することが考えられる。そこで、高速道路が並走する効果も考慮した評価を試みた。

### 2. 基礎データの整備と想定地震の選定

耐震化優先度評価のために、高速道路路線の基礎データを収集・整備した。表 1 にその一覧を示す。主に各地のボーリングデータと構造種別データであるが、路線の位置情報と共に、概ね 50m 間隔のデータとして整備した。なお、3 章で後述するように、ボーリングデータが存在しない区間については、メッシュ地盤データベース<sup>2)</sup>の地盤モデルを補完的に用いることとした<sup>3)</sup>。

表 2 に選定した想定地震の概要を示す。表中の番号は、式(1)に後述する地震番号、30 年地震発生確率は、地震調査研究推進本部の長期評価結果<sup>4)</sup>である。ここでは、高速道路路線直下、または近傍に震源断層が存在する 4 地震を選定した。海溝型地震である複合型東海地震<sup>2)</sup>(東南海・東海の連動型)の発生確率が 87%(東海地震の発生確率を使用)と、他の内陸 3 地震と比べて非常に高いことがわかる。

### 3. 耐震化優先度評価指標の検討

#### 3.1 震度の期待値 $F$

久世ら<sup>5)</sup>は、複数の想定地震より得られる予測震度と発生確率による相対危険度を、次式により提案した。

$$F_j' = \sum_{i=1}^4 \left\{ \left( \frac{p_i}{p_1} \right) \times \left( \frac{\delta_{i,j}}{\delta_{1,\max}} \right) \right\} \quad (1)$$

ここに、 $F_j'$  は地点  $j$  の相対危険度、 $p_i$  は表 2 に示す地震  $i$  の 30 年地震発生確率<sup>4)</sup>、 $\delta_{i,j}$  は地震  $i$ 、地点  $j$  の予測震度、 $\delta_{1,\max}$  は表 2 に示す複合型東海地震の最大震度、 $p_1$  は複合型東海地震の発生確率である。

$F_j'$  を後述の耐震化優先度評価に活用するため、次式により地点  $j$  における震度の期待値  $F$  を定義した。

$$F_j = F_j' \times \delta_{1,\max} \quad (2)$$

なお、後述の構造物特性を考慮した評価では、 $F_j'$  の最大値  $F_{\max}'$  で正規化した  $F_j^N$  を用いる。

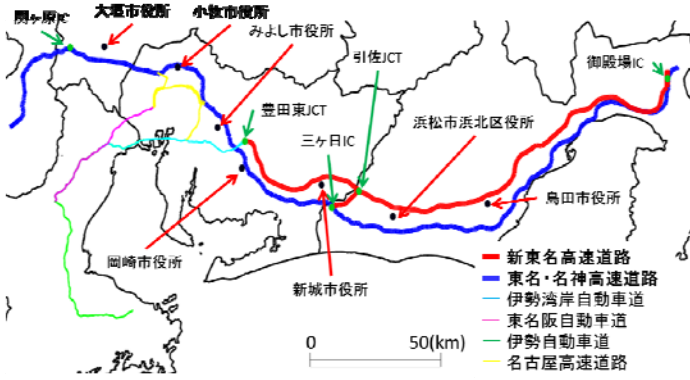


図 1 対象路線

表 1 基礎情報の一覧

| 高速道路名    | 位置情報<br>(緯度, 経度, キロポスト) | 構造種別<br>情報の有無 | 表層地盤情報<br>(ボーリング本数) |
|----------|-------------------------|---------------|---------------------|
| 新東名高速道路  | 御殿場JCT~引佐JCT            | —             | —                   |
|          | 引佐JCT~豊田東JCT            | ○             | 1166本               |
| 東名高速道路   | 御殿場JCT~三ヶ日IC            | ○             | —                   |
|          | 三ヶ日IC~小牧IC              | ○             | 964本                |
| 名神高速道路   | 小牧IC~関ヶ原IC              | ○             |                     |
|          | 関ヶ原IC~八日市IC             | —             |                     |
| 伊勢湾岸自動車道 | 豊田東JCT~四日市JCT           | ○             | 316本                |
| 東名阪自動車道  | 名古屋西JCT~伊勢関IC           | ○             | 364本                |
| 伊勢自動車道   | 伊勢関IC~伊勢IC              | ○             | 801本                |

表 2 想定地震の一覧

| 番号 | 想定地震         | M     | 地震発生確率<br>(30年以内) |
|----|--------------|-------|-------------------|
| 1  | 複合型<br>東海地震  | 8.0程度 | 87%               |
|    | 東南海地震        | 8.1程度 | 60~70%            |
| 2  | 猿投-高浜断層帯     | 7.6程度 | 0~2%              |
| 3  | 養老-桑名-四日市断層帯 | 7.7程度 | 0~0.6%            |
| 4  | 富士川河口断層帯     | 8.0程度 | 10~18%            |

$$F_j^N = F_j / F_{\max} = (F_j' \times \delta_{1,\max}) / F_{\max}' \quad (3)$$

図 2 に、東名高・名神高速道路の想定震度分布、図 3 に  $F_j^N$  の分布を示す。図 3 より、 $F_j^N$  の分布形状が、地震発生確率の高い複合型東海地震とほぼ同じであることがわかる。なお、春日井 IC~岡崎 IC 付近、清水 IC 付近は内陸型地震の断層近傍であり、高震度の影響により  $F_j^N$  は若干増加している。

### 3.2 IC 間交通機能支障度 $\sigma_{k,j}$

杉戸ら<sup>6)</sup>は、構造別に異なる被災確率と復旧性能を考慮して、式(2)に前述した地点  $j$  における震度の期待値  $F_j^N$ 、着目する指標  $k$  (式(5)に後述)による構造物特性  $S_{k,j}$ 、地点  $j$  が含まれる IC 区間  $n$  における路線重要度  $I_n$  により定義される交通機能支障度  $\sigma_{k,j}$  を定義した。

$$\sigma_{k,j} = F_j^N \times S_{k,j} \times I_n \quad (4)$$

構造物特性  $S$  は、次に示すように、構造物の被災確率に相当する脆弱度  $V_j$ 、または、構造物が被災し、復旧までに要する時間に相当する復旧度  $R_j$  により与えられる。両者を考慮した交通機能支障度はそれぞれ、脆弱性を考慮した IC 間交通機能支障度  $\sigma_{1,j}$ 、復旧性を考慮した IC 間交通機能支障度  $\sigma_{2,j}$  と定義した。

$$\begin{cases} \sigma_{1,j} : S_{1,j} = V_j \\ \sigma_{2,j} : S_{2,j} = (1 - R_j) \end{cases} \quad (5)$$

表 3 に、設定した脆弱度  $V$ 、復旧度  $R$  を示す。表 3(a) に示す脆弱度  $V$  は、高速道路路盛土の被害関数<sup>7)</sup>を基

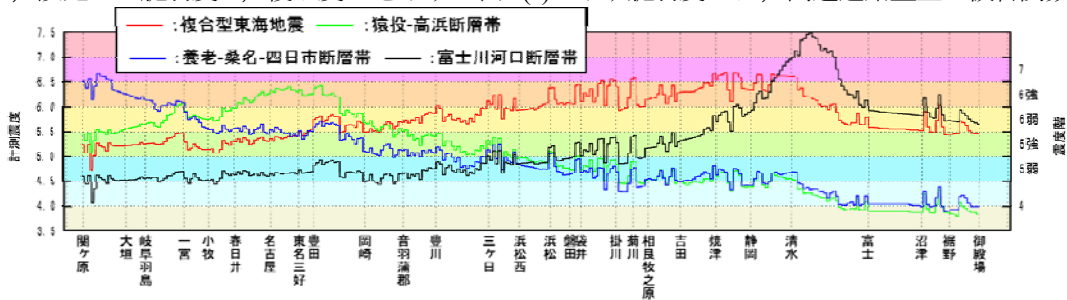


図 2 震度推定結果の比較

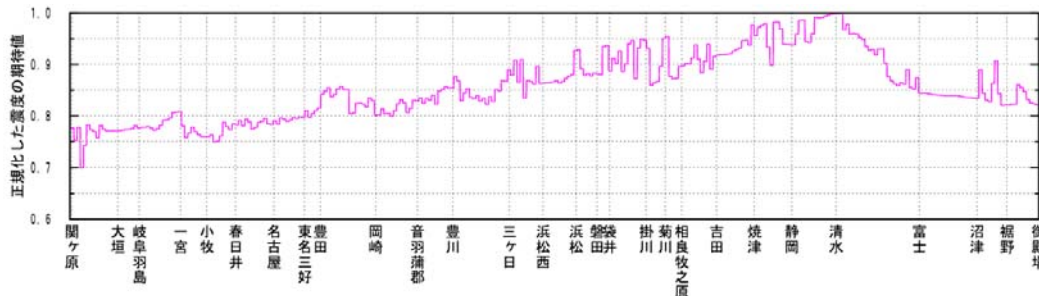


図 3 正規化した震度の期待値  $F_j^N$  の比較



表 3 構造別脆弱度・復旧度の比較

(a) 脆弱度  $V$

| 構造種別 | 脆弱度 $V$ |      |      |      |      |      |
|------|---------|------|------|------|------|------|
|      | 5弱      | 5強   | 6弱   | 6強   | 7    |      |
| 盛土   | 0.20    | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |      |
| 切土   | 0.10    | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |      |
| 地山   | 0.10    | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |      |
| 橋梁   | 0.02    | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 |      |
| トンネル | 開口部     | 0.04 | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0.20 |
|      | 内部      | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 |
| 構造境界 | 盛土境界    | 0.30 | 0.60 | 0.90 | 1.00 | 1.00 |
|      | 切土境界    | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |

(b) 復旧度  $R$

| 構造種別 | 復旧度 $R$ |      |      |      |
|------|---------|------|------|------|
|      | 1日後     | 1週間後 | 1ヶ月後 |      |
| 盛土   | 0.40    | 0.70 | 1.00 |      |
| 切土   | 0.40    | 0.70 | 1.00 |      |
| 橋梁   | 0.01    | 0.10 | 0.50 |      |
| 地山   | 0.40    | 0.70 | 1.00 |      |
| トンネル | 開口部     | 0.01 | 0.50 | 1.00 |
|      | 内部      | 0.01 | 0.10 | 0.50 |
| 構造境界 | 盛土境界    | 0.01 | 0.10 | 0.50 |
|      | 切土境界    | 0.40 | 0.70 | 1.00 |

に設定した。なお、盛土、切土と他の構造種別の境界においては、段差による通行支障が生じることが多いため、被災しやすい盛土と同程度、または 1.5 倍程度の脆弱度を設定した。表 3(b)の復旧度  $R$  は、土構造物(盛土・切土)は 1 日～10 日程度の復旧日数、橋梁・トンネルは数週間以上の復旧日数を仮定し、地震後 1 日、1 週間、1 ヶ月の各段階において仮復旧できる確率に相当する値である。

路線重要度  $I_n$  は、高速道路が通行できないことで一般道を迂回通行することで発生する、所要時間の増加率に相当する値として、IC 間  $n$  の高速道路通行時間  $t_n^e$ 、同区間の一般道通行時間  $t_n^l$  により定義した。

$$I_n = \frac{(t_n^l / t_n^e)}{I_{\max}} \quad (6)$$

ここに、 $I_{\max}$  は  $I_n$  の最大値である。図 4 に路線重要度  $I_n$  を示す。前述したように、迂回路の長い IC 間は  $I_n$  が高い。次に、交通機能支障度  $\sigma_k$  を図 5 に示す。脆弱度の高い構造物は復旧度も高いため、 $\sigma_{1,j}$ 、 $\sigma_{2,j}$  は相反する傾向を示すことがわかる。しかし、磐田 IC～袋井 IC のように盛土・切土と橋梁が交互に整備されている区間においては構造境界が多く、 $\sigma_{1,j}$ 、 $\sigma_{2,j}$  共に高い値となる。以上のように、構造物の脆弱性、復旧性両者を算出することで、高速道路路線の相対的な交通機能支障度を比較することができた。

### 3.3 都市間交通の通行性を考慮した交通機能支障度 $\sigma_{k,j}'$

東名・新東名高速道路のようなほぼ並走している路線においては、一方が通行できれば通行機能は維持できるため、並走しない単独路線よりも耐震化優先度は低いと思われる。そこで式(4)を拡張し、都市間交通の通行性を考慮することで、並走する路線を評価可能な交通機能支障度  $\sigma_{k,j}'$  を定義した。

$$\sigma_{k,j}' = F^N_j \times S_{k,j} \times I_n \quad (7)$$

非効率度  $IN_n$  は、式(6)の路線重要度  $I_n$  に相当する重要度パラメータであり、「一般道利用に対する、高速道路(東名・新東名)利用の非効率性」を表す指標として、次式により定義した。

$$IN_n = \prod_{m=1}^2 IN_{m,n} \quad (8)$$

$$IN_{m,n} = \frac{(t_{m,n}^e / t_n^l)}{t_{\max}^m} \quad (9)$$

ここに、 $IN_{m,n}$  は、高速道路  $m$  を利用した場合、すなわち、単独路線における非効率度、 $t_{m,n}^e$  は、区間  $n$  の自動車移動において、高速道路  $m$  を利用した場合の所要時間、 $t_n^l$  は区間  $n$  の移動に一般道を利用した場合の所要時間、 $t_{\max}^m$  は高速道路  $m$  における、 $t_{m,n}^e / t_n^l$  の最大値である。

表 4 に、非効率度算定に用いた 2 地点(図 1 の市役所)間の所要時間と非効率度を示す。比較のため、単独路線である大垣市役所～みよし市役所間の非効率度も示す。表に示すように、みよし市役所～岡崎市役所間では、新東名高速道路の利用は一般道より所要時間が長くなるため、非効率度が高い。しかし、東名高速道路は一般道よりも所要時間が短くなるため、非効率度は低い。さらに、東名・新東名高速道路両者どちらかを選択可能であると考え、式(8)により、非効率度はより低減する。

以上の検討を基に、東名高速道路を基準に考えた、都市間交通の通行性を考慮した交通機能支障度  $\sigma_{1,j}'$  を算定した結果を図 6 に示す。東名高速道路のみと比較して、新東名高速道路により交通機能支障度が低減していることが確認できる。なお、東名三好 IC～岡崎 IC においては、交通機能支障度は変化しない。同区間は表 4 に示す三好市役所～岡崎市役所に相当する区間であり、新東名高速道路の利用が所要時間短縮に繋がらないためである。

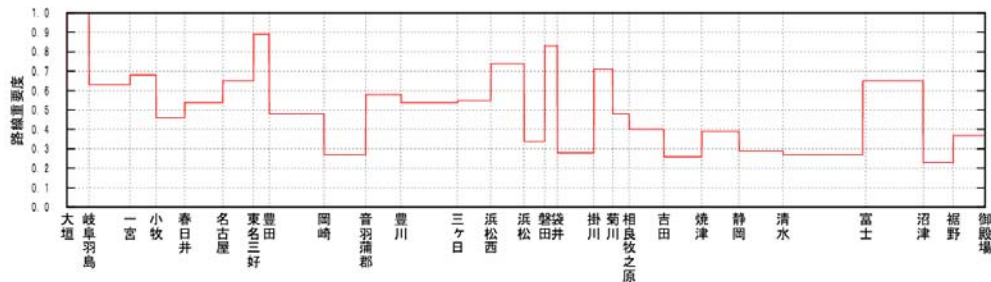


図 4 路線重要度  $I_n$  の比較

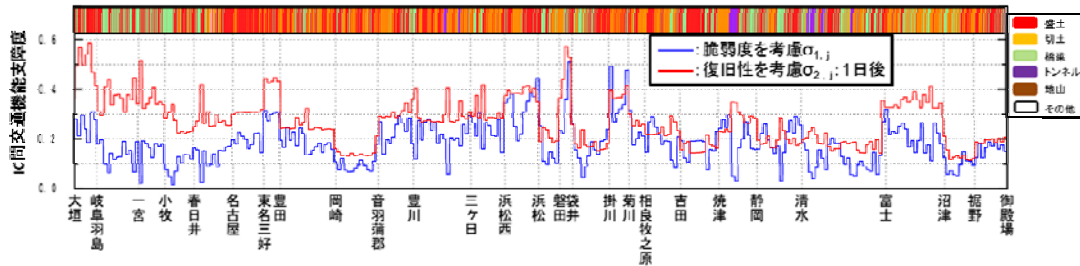


図 5 IC間交通機能支障度  $\sigma_{k,j}$  の比較

表 4 区役所間の所要時間と非効率度の比較

| 市役所名     |          | 路線      |           |              |         | 複数路線における非効率度 $I/N_n$ |
|----------|----------|---------|-----------|--------------|---------|----------------------|
|          |          | 一般道     | 東名・名神高速道路 |              | 新東名高速道路 |                      |
| 自        | 至        | 所要時間(分) | 所要時間(分)   | 単独路線における非効率度 | 所要時間(分) | 単独路線における非効率度         |
| 大垣       | 小牧       | 68      | 36.0      | 0.54         |         |                      |
| 小牧       | みよし      | 60      | 40.0      | 0.69         |         |                      |
| みよし      | 岡崎       | 43      | 36.0      | 0.86         | 55      | 1.00                 |
| 岡崎       | 新城       | 66      | 45.0      | 0.70         | 47      | 0.56                 |
| 新城       | 浜松市浜北区役所 | 80      | 67.0      | 0.86         | 45      | 0.44                 |
| 浜松市浜北区役所 | 島田       | 70      | 68.0      | 1.00         | 50      | 0.56                 |

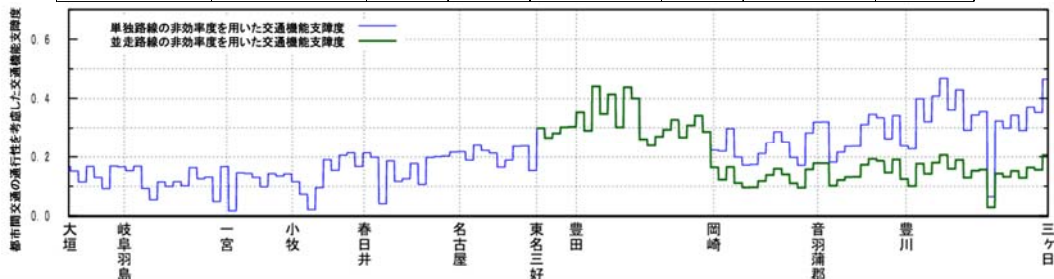


図 6 都市間交通の通行性を考慮した交通機能支障度の比較:  $\sigma_{1,j}$

#### 4. まとめ

本報では、高速道路路線の耐震化優先度評価のための各種評価指標について検討した。単独路線および並走路線の交通機能支障度について検討を行い、区間ごとの相対的な違いを比較できる指標を用いて、耐震化優先度評価を行うことができた。交通機能支障度算定に必要な脆弱度、復旧度などのパラメータにおいては、これを裏付ける資料が十分ではないため、過去の被害事例の収集や、現場技術者の経験的な知見を踏まえ、パラメータ設定を考える必要がある。また、路線重要度、非効率度は所要時間を基準に算定したが、交通量や人口分布などを考慮したパラメータの検討なども必要と思われる。

#### 参考文献

- 1) NEXCO 中日本高速道路株式会社：駿河湾を震源とする地震による東名高速道路の復旧状況, <http://www.c-nexco.co.jp/news/1495.html>
- 2) 久世益充・杉戸真太・能島暢陽：南海トラフの巨大地震を想定した広域震度予測, 自然災害科学, Vol. 22, No. 1, pp. 87-99, 2003.
- 3) 丹羽健友・久世益充・杉戸真太・黒木孝司：基幹交通ネットワークにおける地盤データベース整備と耐震化優先度評価の基礎的検討, 第 29 回日本自然災害学会概要集, pp201-202, 2010.
- 4) 地震調査研究推進本部, 長期評価, [http://www.jishin.go.jp/main/p\\_hyoka02.htm](http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02.htm)
- 5) 久世益充・井上公究・杉戸真太・平井英章：地域地震危険度を考慮した基幹交通ネットワークの耐震化優先度の基礎的検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, I-403 (CD-ROM), 2011.
- 6) 杉戸真太・井上公究・久世益充・丹羽健友・福島淑人：高速道路の構造物被害と長期的影響を考慮した耐震化優先度評価の一考察, 平成 24 年度全国大会第 67 回年次学術講演会, I-204 (CD-ROM), 2012.
- 7) 久世益充・杉戸真太・八嶋厚・三山敬・榎田末治・近藤功規：2004 年新潟県中越地震の被災事例に基づいた高速道路盛土の被害関数の検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会, III-370 (CD-ROM), 2006.

## 研究テーマ：物質動態・流域環境に関する研究

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

研究協力者：張 福平・李 旭譜・胡 猛（中国陝西師範大学）

平成 24 年度の研究活動は以下の通りである。

### 中国西北五省における植生被覆の時空間変化に関する検討

#### (a) 研究対象と目的

中国西北五省と呼ばれる陝西、甘肅、寧夏、青海、および新疆の 5 か省は、東経 73°41′～111°15′E、北緯 31°39′～49°33′N の間に位置しており、300 万 km<sup>2</sup> の面積をもつ（西部総面積の 57.7%、中国陸域総面積の 31.7%）。これら五省は乾燥・半乾燥気候に属しており、年降水量は東部（400mm）から西（200mm）にかけて次第に減少し、少ないところでは 50mm にも達していないのが現状である。主要な土地被覆は、ゴビ、砂漠、氷川、湖、河川、森林、草地となっているが、植生の被覆率が著しく低いため、生態脆弱区域として注目されている。本研究は、この地域の植生被覆の変遷を明らかにし、生態保全と環境改善につながる方策を提案するため、1999 年 1 月～2007 年 12 月までの衛星 SPOT-VEG 画像に対する解析を通じて、この期間における植生の時空間変化について検討したものである。

#### (b) 方法

SPOT-VEG 画像を用いて、最大 10 日間合成 NDVI 画像（NDVI：植生の活力度を表しており、-1～+1 の値をもつ。植生が多いほど値が大きい）を作成した（解像度 1km）。また、以下の式に基づいて、月毎の NDVI、年平均 NDVI、累積平均 NDVI、および標準偏差 NDVI 値をそれぞれ算出した。

$$NDVI_i = \text{Max}(NDVI_{ij}), \quad NDVI_i = \frac{\sum_{j=1}^{12} MNDVI_j}{12}, \quad \overline{NDVI} = \frac{\sum_{i=1}^9 NDVI_i}{9}, \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (NDVI_i - \overline{NDVI})^2}{n-1}}$$

#### (c) 結果と考察

##### (1) NDVI の時間変化

図 1-1 は 1999 年～2007 年の 9 年間の月ごとの NDVI の最大値、最小値、および年平均値の変化を示したものである。最大値・年平均値は 3 月から徐々に増加して、6、7 月でピークを迎え、以降減少してゆくとい

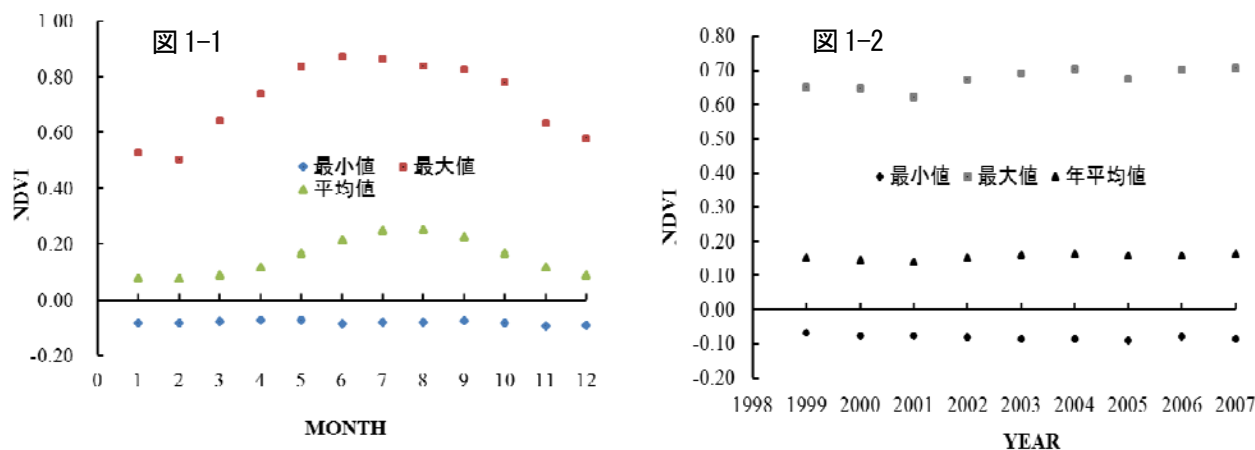


図 1 NDVI の時間変化

う植生の生育ステージをよく反映している一方、最小値には大きな変化がなく、ほぼ横ばいで推移していることが判った。図 1-2 は、NDVI の経年変化を示したものである。1999 年～2007 年にかけて、NDVI の年最大値、平均値は微小に増加したものの、年最小値は横ばいという傾向がみられる。これらのことから、西北五省において、植生希少な砂漠、ゴビなどの土地劣化の状況は依然深刻ではあるが、新規造林活動や 1999 年より退耕還林政策の導入の結果、植生は徐々に回復していることと推察される。

(2) NDVI の空間変化

図 2-1 は、1999 年～2007 年の間の NDVI の年平均値を示している。西部の新疆、甘肅、青海には砂漠、ゴビ、裸岩など広範囲にわたって分布しているため、NDVI 値は 0～0.2 と著しく低かった。一方、東部の陝西省には広大な農耕地や森林があるため、NDVI の値は高く、0.4～0.8 の範囲に集中している。図 2-2 は NDVI の標準偏差を表している。1999～2007 年にかけて、標準偏差は 0～0.0775 の範囲に分布しており、新疆西北部、青海東南部、寧夏、陝西省においては植生の変動は比較的に大きくて、新疆南部、青海・甘肅省の西北部では値が小さいため、植生の被覆状態には大きな変化がなく、安定していることが分かった。また、図 2-3 は緑度変化率(greenness rate of change) を示している。既存の文献を参考して、全対象域において、GRC の値 (-0.0218～0.0274 に分布している) を 5 段階 (植生被覆の顕著退化：-0.0218～0.0126、軽度退化：-0.0126～-0.0035、変化なし：-0.0035～0.0035、軽度改善：0.0035～0.0155、顕著改善：0.0155～0.0274) に分けて植生被覆の変化状態を検討した。その結果、陝西省のほとんど、甘肅省の東南部、新疆の西北部、青海省の東南部には高い変化率をもち、また、80 年代初期～90 年代初期に比べて、1999～2007 年の間に、顕著改善・軽度改善された面積割合が大幅に増加したことが分かった (表 1)。さらに、退化がみられた部分の面積の割合も、以前に比べて顕著に減少したため、新規植林、封山育林、そして、退耕還林といった取り組みは大きな意義があり、大規模の生態環境の改善に大きく寄与しているに違いない。

図 2 NDVI の空間変化

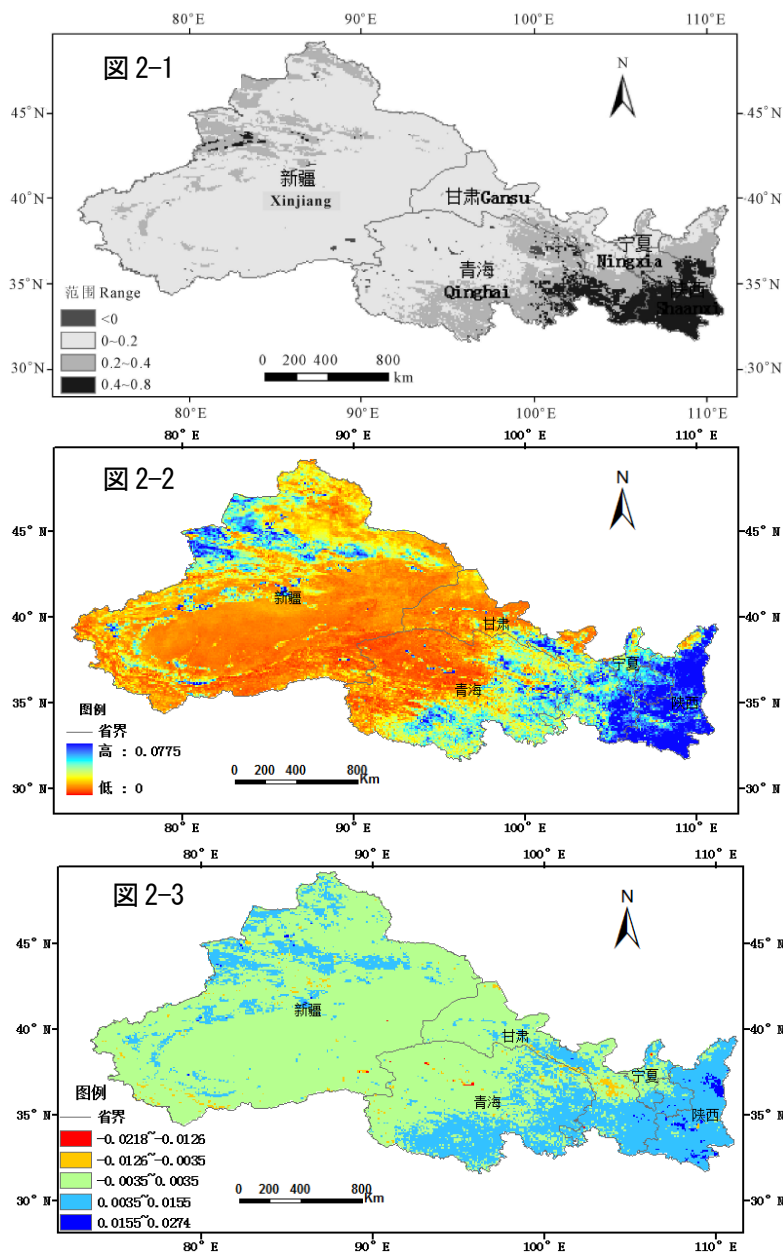


表 1 西北五省における植生被覆の変化

| 植生被覆<br>変化状況 | 面積割合 (%)    |                |
|--------------|-------------|----------------|
|              | 1999 - 2007 | 80年代初期- 90年代初期 |
| 顕著退化         | 0.05        | 2.24           |
| 軽度退化         | 1.17        | 4.42           |
| 変化なし         | 71.86       | 74.6           |
| 軽度改善         | 26.36       | 18.5           |
| 顕著改善         | 0.56        | 0.24           |



## 研究テーマ： 水域生態系における微生物群集の動態と構造に関する研究

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：吉山 浩平

共同研究者：Sze-Bi Hsu (台湾国立清華大学)・千家正照 (応用生物学部)・戴燕燕 (大学院学生)・猪股力也 (大学院学生)

研究協力者：Chris Klausmeier・Elena Litchman (ミシガン州立大学)・Jonathan Nathan (イスラエル ベングリオン大学)・Jarad Mellard (フランス CNRS)・木暮一啓・永田俊・濱崎恒二・岩崎渉・田邊優貴子 (東京大学)・工藤栄 (国立極地研究所)・三木健 (国立台湾大学)

平成 24 年度の主要な研究活動は以下のとおりである。

### 1. 強光阻害が植物プランクトン群集構造に与える影響に関する研究

光は地球上の生態系を駆動する不可欠なエネルギーである。その一方で、過剰なエネルギーは生物に様々な負の影響を及ぼす。植物による光合成では、強光下で光合成速度が低下する現象がみられる (強光阻害, 図 1)。これまで強光阻害の生理メカニズムについては詳細な研究がなされてきた。しかし、強光阻害が生態系や生物群集に与える影響については未解明であった。本研究では、強光阻害を考慮した植物プランクトン群集動態モデルの数理解析を行い、強光阻害が植物プランクトン群集にもたらす特異な現象を明らかにした (図 2)

1. 初期導入個体密度が低い場合、個体群は絶滅するが、初期導入個体密度が閾値を上回る個体群は存続する (アリー効果)
2. ある種のみ単独では絶滅するが、他の種が先に存在する場合、その種を資源競争により排除し個体群が成立する (競争的ファシリテーション)

これら理論結果を実際のデータに適用し、その妥当性を確かめ、生態系における強光阻害の重要性を明らかにした。

本研究は、国立台湾清華大学 Sze-Bi Hsu 教授との共同研究であり、研究成果は *Bulletin of Mathematical Biology* 誌に掲載される。

### 2. 藻類マットのパターン形成に関する研究

湖底や河床では、藻類が幾重にも層をなし顕著な空間パターンを形成している。それではこの藻類マットにみられる空間パターンはどのようなメカニズムで成立するのだろうか。藻類マ

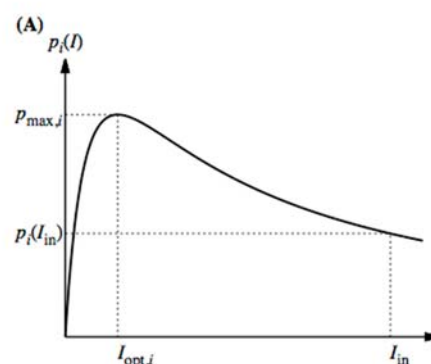


図 1：光強度と光合成の関係。光強度が  $I_{opt}$  を上回ると光合成速度は減少する (強光阻害)

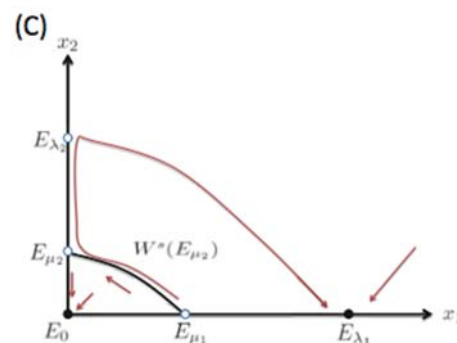


図 2：アリー効果と競争的ファシリテーションを表す相図。横・縦軸はそれぞれ種 1, 2 の個体密度、矢印は力学的軌道、●は安定平衡点、○は不安定平衡点を表す。



ット中では光は上方から、栄養塩は下方から供給され、マットの中の藻類群集と栄養塩の動態は反応拡散方程式で記述される。しかし、境界が固定された通常の場合と異なり、藻類マットの境界は増殖・分解・水中からの粒子の沈降により、時とともに変化する。そのため、藻類マットの鉛直構造は、植物プランクトンと異なり、境界が動的に変化する「移動境界問題」として定式化される必要がある(図 3)。本研究では、藻類マットのパターン形成を表す新しい数理モデルを構築し、解析を行った。モデルでは藻類マット各部分が、増殖・分解により増減し、その総和として藻類マットが成長するという基本プロセスのみを考慮する。解析により、生理特性が異なる多種がマット内で増殖し、群集の自己組織化により層構造をなして共存することが明らかとなった。

本研究は、総合研究大学院大学・学融合研究事業共同研究支援のサポートを受け行われた。

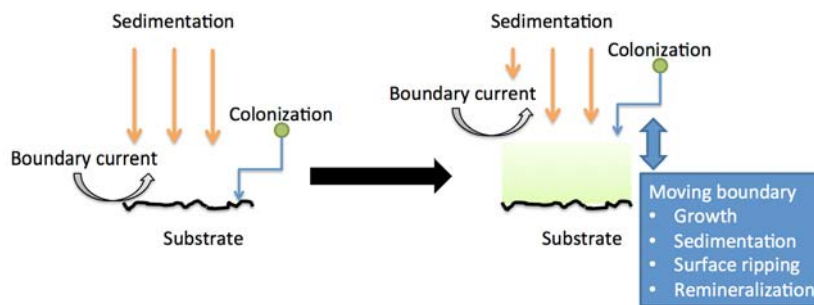


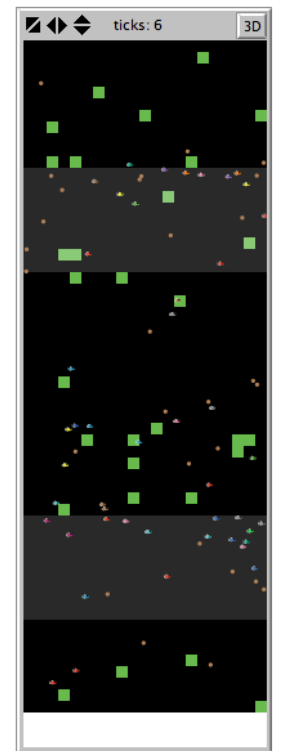
図 3：藻類マットモデルを表す模式図。増殖・分解・沈降・流れによるはぎ取りの効果でマットの厚みが変化する。そのため、モデルは「移動境界問題」として定式化される。

### 3. 河川魚類群集に関する個体ベースモデル研究

用排水路などの人工的河川環境における生物多様性の保全は、都市や住環境を設計・計画する上での重要な課題である。近年、生態系に配慮した河川の改修が広く行われているが、生態系に対する具体的な効果は明確ではない。本研究では、深度が深く流速が減衰する「魚溜まり」を定期的に配置する人工河川デザインの効果を、個体ベースモデルを用いて評価した。プログラミングには個体ベースモデルを設計する上で標準的な環境である「Netlogo」を用いた。水平方向を表す二次元空間に河川を構築し、流速が低下する魚溜まりを配置した。魚は水中の有機物および河床の植物を巡り競争を行う。モデルシミュレーションの結果、魚溜まりを与えると複数種が安定的に共存することが明らかになった。

本研究は指導する大学院生猪股力也氏と共同で行われた。

図 4：Netlogo を用いたシミュレーションのスナップショット。各点は色に応じた異なる魚種を表す。緑色のパッチは植生を表す。グレーの領域は魚溜まりを表す。



### 4. その他

- 様々な灌漑手法を用いた土壌の除塩に関する研究(共同研究者:千家正照教授, 戴燕燕氏)
- 海洋環境メタゲノム情報に対応した細菌群集動態モデルに関する研究 (CREST)
- 湖沼生態系における地球温暖化影響に関する研究

## 研究テーマ：上水汚泥を用いたヒ素とセシウムの除去

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：川口 倫由

共同研究者：林 野、蔡 恵良（株式会社ナガオカ）

### まえがき

日本では、年間浄水量の内の約 1/4 が地下水から作られ、地下水を水源としたと場合に、水道水質基準値以上の鉄が含まれることがよく問題となる。その場合には、凝析・凝集沈殿、及び生物、薬品または空気による物理化学的な接触酸化法による除去が行われるが、接触酸化法が、凝析・凝集沈殿法と比較して、発生汚泥量が少ないといった利点から広く普及し始めてきた。接触ろ過法は、地下水中の鉄を砂ろ材表面上にオキシ水酸化鉄として高密度に析出させて、地下水から鉄を除去する技術であり、そのため逆流洗浄によって、ろ過池から排出される汚泥の殆どが、純度の高いオキシ水酸化鉄である。現在、地下水を水源としている浄水場では、この汚泥を土地改良材、またはセメント材料として利用、または産業廃棄物として処分しているが、この汚泥は、高純度のオキシ水酸化鉄であることから、他の有効利用法があると考え、ヒ素とセシウムの除去の吸着剤として使うこととした。

### 1. 上水汚泥を用いたヒ素の除去

#### ・はじめに

地下水は比較的水質が良く処理費用が安いとため、発展途上国では生活用水として幅広く利用される。しかしながら、バングラディッシュ、インド及びメキシコ等のように高濃度のヒ素を含む地下水は、水源として見放される場合が多い。

ヒ素の除去法には、凝析、共沈、イオン交換、吸着、限外ろ過及び逆浸透膜等があり、一般的には、薬品を用いた凝析法または共沈法が用いられている。しかしながら、これらの方法は、薬品の保存及び注入の管理ができる技術者が不足している発展途上国には適さない。また、イオン交換、限外ろ過及び逆浸透膜は、造水コストが非常に高いとため、資金が不足している発展途上国には適さない。そのため、吸着法が発展途上国にとって適した方法となり、特に、鉄酸化物を吸着剤として用いる方法は、経済性が高く、処理が簡単のため、最適な方法とされている。

しかしながら、高濃度のヒ素を除去する場合には、吸着剤がすぐに飽和状態となるため、吸着剤の頻繁な再生または交換が必要となり、処理コストが高くなるという問題が生じる。

そこで、地下水中にヒ素と同時に含まれることが多い鉄に着目し、鉄をヒ素と同時に吸着させることで再生や交換処理を必要としない吸着法を開発することにした。

#### ・実験方法

原水： 実験には、残留塩素を活性炭で溶存酸素を亜硫酸ナトリウムで除去した水道水に硫酸第一鉄とヒ素を所定量加えた原水を用いた。

処理フロー： 図 1 に示す処理フローのパイロットプラントを用いた。220mm 角のカラムの中には、後述する吸着剤を充填してある。原水槽からポンプによって運ばれた原水は、パイロットプラント上部の酸化ノズルを通過

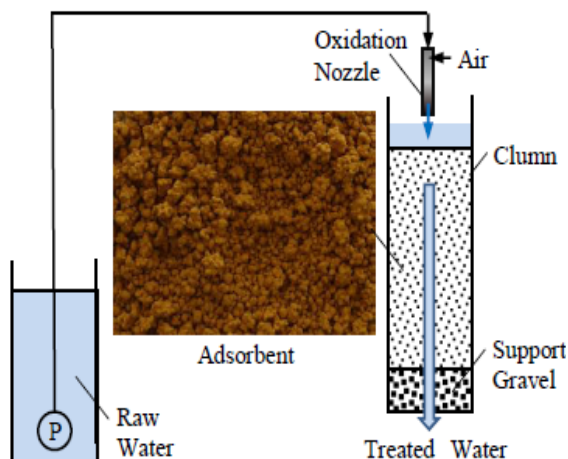


図 1 実験装置

する。これにより、原水中の溶存酸素(DO)を飽和状態にした後、直ちにカラム内に 120m/日の速度で流入させ、鉄と同時にヒ素を吸着除去した。

吸着剤： 同じ方法によって鉄を吸着除去している実際の浄水場のろ過池の表層部から採取した砂を吸着剤として実験に用いた。

#### ・ 実験結果

表 1 は鉄とヒ素の濃度の比率を変えた実験結果を示している。高濃度の鉄 (26.80mg/L) とヒ素(0.230mg/L) とを含んだ原水であっても、この方法によって鉄は 0.06mg/L (除去率 99.8%)、ヒ素は 0.002mg/L (除去率 99.1%) まで除去できる。これは、鉄が吸着剤に吸着することによって、吸着剤が、常にヒ素を吸着しやすい状態を保っているためと考えている。また、鉄とヒ素の濃度の比率が約 60:1 以上あれば、ヒ素を吸着剤の交換なしに連続的に吸着できると考えているが、これについては、更なる実験が必要であると考えている。

表 1 原水と処理水の水質

| Raw Water (mg/L) |         | Treated Water (mg/L) |       | Removal Ratio (%) |      |
|------------------|---------|----------------------|-------|-------------------|------|
| Fe(II)           | As(III) | T-Fe                 | T-As  | T-Fe              | T-As |
| 4.74             | 0.066   | 0.21                 | 0.003 | 95.6              | 95.5 |
| 7.12             | 0.066   | 0.27                 | 0.003 | 96.2              | 95.5 |
| 9.40             | 0.066   | 0.15                 | 0.002 | 98.4              | 97.0 |
| 9.62             | 0.160   | 0.17                 | 0.003 | 98.2              | 98.1 |
| 13.60            | 0.160   | 0.13                 | 0.003 | 99.0              | 98.1 |
| 17.29            | 0.160   | 0.07                 | 0.003 | 99.6              | 98.1 |
| 13.45            | 0.230   | 0.08                 | 0.004 | 99.4              | 98.3 |
| 20.64            | 0.230   | 0.05                 | 0.003 | 99.8              | 98.7 |
| 26.80            | 0.230   | 0.06                 | 0.002 | 99.8              | 99.1 |

## 2. 上水汚泥を用いたセシウム除去

福島第一原子力発電所の事故を契機として、最近、セシウムを除去する方法が多くの研究者によって開発され、その中でも吸着法を採用している場合が多い。それは、吸着法が、凝析・凝集沈殿法と比較して汚泥の発生量が少なく、逆浸透膜法と比較してエネルギーの使用量が少ないためである。その最近の研究で、フェロシアンやプルシアンブルーといった数多くの吸着剤が開発され、安価で多くのセシウムを吸着できるようになってきた。しかしながら、吸着法では、吸着剤が飽和したときに、吸着剤の交換・再生処理が必要となるために、その交換・再生処理時に、高濃度のセシウムが吸着した吸着剤と人間とが接する機会が多くなること、また高濃度のセシウムを含んだ再生処理水の処理が問題となる。

そこで、本研究では、オキシ水酸化鉄を吸着剤として使いセシウムを吸着しながら、同時に鉄を添加して吸着剤上に鉄を吸着させ吸着能力の回復を図ることで、吸着剤の交換・生成の操作をなくした高濃度のセシウムの吸着方法の研究を行っている。

#### ・ 人工吸着剤の作成

窒素で曝気した超純水に硫酸第一鉄を溶解させた後、空気で曝気し、所定量の水酸化ナトリウムを注入し、直ちに砂ろ層に流入させ砂ろ材表面上にオキシ水酸化鉄の形で吸着させて、超高純度のオキシ水酸化鉄の人工吸着剤を作った。これを使って実験を継続していく予定である。

## (2) 教員の研究活動・社会活動

氏名： 大塚 俊之

### 発表論文

1. Yahiro Y, Shizu Y, Adachi T, Ohtsuka T, Lee N-Y, Iimura Y, Koizumi H (2012) The effect of dense dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) understory on soil respiration before and after clearcutting of cool temperate deciduous broad-leaved forest. *Ecological Research* 27, 577-586.
2. 飯村康夫・廣田充・井田秀行・大塚俊之 (2012) 志賀高原カヤノ平ブナ成熟林における土壌有機物の特徴. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 49 : 1 -5.
3. 志津庸子・曾出信宏・八代裕一郎・小泉博・大塚俊之 (2012) 落葉広葉樹林皆伐後の初期遷移における林分構造の変化. 植生学会誌 29, 15-26.
4. Iimura Y, Hirota M, Ida H, Ohtsuka T (in press) Comparison of quantity and quality of soil organic carbon between matured and gap areas in an old-growth beech forest. *Journal of Geography*.

### 総説・論説

1. 飯村康夫・大塚俊之・村岡裕由 (2013) 野外研究サイトから (23) -高山 (たかやま) サイト- 日本生態学会誌 63 : 145-150.

### 学会発表

1. 飯村康夫、廣田充、井田秀行、大塚俊之 (2012) ブナ成熟林における土壌圏有機物分解：ギャップモザイク構造を考慮して. 日本地球惑星科学連合大会 (幕張)
2. Ohtsuka T, Yashiro T, Iimura Y, Shizu Y, Wang L-J (2012) Carbon dynamics along a chronosequence of Japanese Cedar plantations in central Japan. 日本地球惑星科学連合大会 (幕張)
3. 飯村康夫、廣田充、井田秀行、大塚俊之 (2012) 極相ブナ林のギャップ構造が土壌圏有機物分解に及ぼす影響 日本土壌肥料学会 (鳥取)
4. 中舗美香・加藤慎紹・山田俊郎・李富生・大塚俊之・飯村康夫・川口倫由・魏永芬 (2012) 山岳森林河川水中の粒系別有機物濃度とその季節変化. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会 (高山)
5. 大塚俊之・飯村康夫・馬倩・V. Suchewaboripont・吉竹晋平・加藤正吾・小見山章 (2012) 白山山麓・大白川ブナ原生林における森林動態. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会 (高山)
6. 飯村康夫・大塚俊之・廣田充・井田秀行 (2012) 中部山岳地域における土壌炭素動態研究 カヤノ平ブナ成熟林の場合. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会 (高山) .
7. V. Suchewaboripont・Iimura Y, Ma Q, Yoshitake S, Ohtsuka T, Kato S, Komiyama A (2012) Seasonal variation of soil respiration in old-growth forest at Oshirakawa. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会 (高山)
8. 馬倩・飯村康夫・V. Suchewaboripont・吉竹晋平・大塚俊之・加藤正吾・小見山章 (2012)

Leaching of DOC from different cover in old-growth forest at Oshirakawa. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会（高山）

9. 廣田充・早川恵里奈・飯村康夫・大塚俊之・井田秀行（2012）中部山岳地域の3つの成熟林における炭素貯留の場としての粗大有機物. 中部山岳地域環境変動研究機構年次研究報告会（高山）
10. 大塚俊之, Vilanee Suchewaboripont, 飯村康夫, 吉竹晋平（2013）白山山麓大白川ブナ原生林の純一次生産量の推定 日本生態学会（静岡）
11. 飯村康夫, 大塚俊之他（2013）チベット高山草原における標高差に沿った土壌有機物の諸特性 日本生態学会（静岡）

## 教育活動

### ・担当科目

全学共通教育： 人の営みと環境

応用生物科学部： 生態系生態学

応用生物科学研究科： 生態系生態学特論

### ・指導学生

博士前期課程： 1名（うち、外国人留学生1名）

学部卒業研究： 1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

- ・日本生態学会編集委員
- ・ Ecological Research 編集委員
- ・ AsiaFlux Science Steering Committee

## 講演活動等

- ・「森林は老化すると CO<sub>2</sub> を吸収しない？-岐阜大学高山試験地での研究-」, 中部山岳地域環境変動研究機構 一般講演会, (2012.12.14, 飛騨・世界生活文化センター・高山)

**氏名： 吉竹 晋平**

## 発表論文

1. 関根有哉・吉竹晋平・友常満利・増田莉菜・小泉博（2013）冷温帯シバ草原における CO<sub>2</sub> フラックスの温暖化に対する応答 —赤外線ヒーター法を用いた野外温暖化操作実験による検証— *地学雑誌* (印刷中).
2. Tomotsune M, Yoshitake S, Watanabe S, Koizumi H. (2013) Separation of root and heterotrophic respiration within soil respiration by trenching, root biomass regression, and root excising methods in a cool-temperate deciduous forest in Japan. *Ecological Research* **28** (2): 259-269.



3. Yoshitake S, Fujiyoshi M, Watanabe K, Masuzawa T, Nakatsubo T, Koizumi H (2013) Successional changes in the soil microbial community along a vegetation development sequence in a subalpine volcanic desert on Mount Fuji, Japan. *Plant and Soil* **364** (1-2): 261-272.

#### 学会発表

1. 吉竹晋平・藤吉正明・中坪孝之・増沢武弘・小泉博 (2013) 富士山火山荒原の土壌微生物群集に対する基質制限～リン脂質脂肪酸を指標として～ 第60回日本生態学会大会 (静岡)
2. 大塚俊之・Vilanee Suchewaboripont・飯村康夫・吉竹晋平 (2013) 白山山麓大白川ブナ原生林の純一次生産量の推定. 第60回日本生態学会大会 (静岡)
3. 友常満利・増田莉菜・吉竹晋平・安西理・小泉博 (2013) 冷温帯広葉樹林における土壌呼吸に対する土壌生物呼吸の寄与率の変動と制御要因. 第60回日本生態学会大会 (静岡)
4. 増田莉菜・友常満利・吉竹晋平・小泉博 (2013) 冷温帯コナラ林およびアカマツ林におけるリター層含水比動態とリター層呼吸の制御要因. 第60回日本生態学会大会 (静岡)
5. 三島綾乃・友常満利・吉竹晋平・小泉博 (2013) 冷温帯コナラ林におけるキノコの CO<sub>2</sub> 放出量とその季節変化. 第60回日本生態学会大会 (静岡)
6. 墨野倉伸彦・吉竹晋平・友常満利・龍村信・田波健太・小泉博 (2013) 小型チャンバーを用いた草原生態系における土壌呼吸の非破壊的な計測. 第60回日本生態学会大会 (静岡)

#### 受賞

- ・ 第60回日本生態学会大会ポスター優秀賞 (共著)

氏名： 景山 幸二

#### 論文

1. 庄 得鳳・李 蓮花・立松 翼・長岡史祥・中野浩平・景山幸二・福井博一：ノイバラ (*Rosa multiflora*) の根に含まれるフェノール化合物とバラ根腐病抵抗性との関係. 園学研 11:153-158, 2012.
2. Uematsu, S., Kageyama, K., Moriwaki, J. and Sato, T.: *Colletotrichum carthami* comb. nov., an anthracnose pathogen of safflower, garland chrysanthemum and pot marigold, revived by molecular phylogeny with authentic herbarium specimens. *J. Gen. Plant Pathol.* 78:316-330, 2012.
3. Zhuang, F., Aoki, Y., Kageyama, K. and Fukui, H.: Development of species-specific SCAR markers for identification of rose specie, *Rosa mutiflora*. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 82:78-82, 2013.

#### 学会発表

1. 植松清次・鐘ヶ江良彦・景山幸二： *Phytophthora palmivora* によるシンビジウム疫病 (病原菌追加). 日植病報 78:22, 2012.
2. 鐘ヶ江良彦・田中 (三輪) 千華・植松清次・柴田忠裕・景山幸二：ローソンヒノキ疫病菌の同定. 日植病報 78:23, 2012.

3. 須賀晴久・スコット暁子・景山幸二・百町満朗・中島 隆：チオフアネートメチル耐性ムギ類赤かび病菌に対するテブコナゾール処理効果. 日植病報 78:51, 2012.
4. Kageyama, K., Asano, T., Otsubo, K. and Suga, H.: Simultaneous detection of *Pythium aphanidermatum*, *P. helicoides* and *P. myriotylum* using multiplex PCR. The 2<sup>nd</sup> Korea-Japan Joint Symposium and the 2012 Annual Meeting of PSJ, Fukuoka, 2012.
5. Abdul, Md B., Suga, H. and Kageyama, K. : Differentiation of *Phytophthora* species based on PCR-RFLP analysis. 日本菌学会第 56 回大会講演要旨集, p.38, 2012.
6. 三宅律幸・永井裕史・福田至郎・黒柳 悟・高橋麗子・景山幸二： *Pythium myriotylum* と *P. helicoides* によるポインセチア根腐病（病原追加）. 日植病報 78:183, 2012.
7. 景山幸二・渡會 実・岩下龍郎・富田正裕・末松 優・福井博一・須賀晴久：3 種の *Pythium* 属菌によるカンゾウ苗立枯病（新称）. 日植病報 78:184, 2012.
8. 堀田佳祐・須賀晴久・景山幸二：AFLP 法に基づく *Pythium irregulare* の系統分類. 日植病報 78:184, 2012.
9. 須賀晴久・月星隆男・上垣隆一・中島 隆・景山幸二・百町満朗： *Fusarium fujikuroi* の 2 系統分かを指示する一塩基多型の検出. 日植病報 78:185, 2012.
10. Rahman, M., Uematsu, S., Coffey, M. and Kageyama, K. : Re-evaluation of Japanese isolates of *Phytophthora* species based on molecular phylogenetic analysis. 日植病報 78:189, 2012.
11. 舟久保太一・景山幸二： *Pythium ultimum* var. *ultimum* による結球期キャベツの茎内部腐敗症状の発生. 日植病報 78:198, 2012.
12. 佐々木伸浩・小林真樹・早川敏広・矢口重治・景山幸二：クリーピングベントグラス褐色雪腐病に関与する 2 種の *Pythium* 属菌. 日植病報 78:195, 2012.
13. 山口竜央・スコット暁子・景山幸二・百町満朗・中島 隆： *Fusarium fujikuroi* に見られるフモニシン非産生株のフモニシン産生遺伝子クラスター領域の構造. マイコトキシン学会第 72 回学術講演会（東京）, 2012.

## 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： 微生物生態学特論

- ・ 指導学生

博士課程： 3 名（うち, 外国人留学生 2 名）

修士課程： 1 名（うち, 外国人留学生 0 名）

学部卒業研究： 1 名

- ・ 非常勤講師

東京大学大学院非常勤講師 「植物菌類学特論」

## 学協会活動

- ・ 日本菌学会評議委員
- ・ 日本土壌微生物学会評議員
- ・ 日本植物病理学会評議員
- ・ 日本植物病理学会編集委員

### 講演活動

- ・ 景山幸二：芝草のピシウム病を起こす病原菌の同定. 日本芝草学会（東京）, 2012.

### その他

- ・ 景山幸二：研究紹介「養液栽培における高温性水媒伝染病害の安全性診断マニュアルの策定」, ハイドロポニックス, 26(2)36-37, 2013.

**氏名： 津田 智**

### 学会発表

- ・ 津田智 (2012) 軽井沢三ツ石地区における風倒跡地の草原再生実験. 植生学会第 17 回大会 (松戸)

### 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  
   応用生物科学研究科： 群集生態学特論
- ・ 非常勤講師  
   岐阜県立看護大学非常勤講師 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

### 学協会活動

- ・ 日本生態学会全国委員
- ・ 日本生態学会生態系管理員会副委員長
- ・ 日本生態学会大会企画委員会委員
- ・ 日本生態学会第 60 回大会実行委員
- ・ 植生学会運営委員

### 講演活動等

- ・ 「半自然草原の役割 - 茅場を支える日本の生物多様性 -」, 日本茅葺き文化協会「茅葺き文化講座」(2012.11.17, 下郷町大内公民館, 福島)

氏名： 村岡 裕由

#### 発表論文

1. Nagai S., Saitoh T.M., Kobayashi H., Ishihara M., Suzuki R., Motohka T., Nasahara K.N. and Muraoka H. (2012) In situ examination of the relationship between various vegetation indices and canopy phenology in an evergreen coniferous forest, Japan. *International Journal of Remote Sensing* 33:6202-6214
2. Saitoh T.M., Nagai S., Yoshino J., Muraoka H., Saigusa N., and Tamagawa I. (2012) Functional consequences of differences in canopy phenology for the carbon budgets of two cool-temperate forest types: simulations using the NCAR/LSM model and validation using tower flux and biometric data. *Eurasian Journal of Forest Research* 15: 19-30
3. Inoue T., Nagai S., Inoe S., Ozaki M., Sakai S., Muraoka H. and Koizumi H. (2012) Seasonal variability of soil respiration in multiple ecosystems under the same physical-geographical environmental conditions in central Japan. *Forest Science and Technology* 8: 52-60
4. Saitoh T.M., Nagai S., Noda H.M., Muraoka H. and Nasahara K.N. (2012) Examination of the extinction coefficient in the Beer-Lambert law for an accurate estimation of the forest canopy leaf area index. *Forest Science and Technology* 8:67-76
5. Saitoh T.M., Nagai S., Saigusa N., Kobayashi H., Suzuki R., Nasahara K.N. and Muraoka H. (2012) Assessing the use of camera-based indices for characterizing canopy phenology in relation to gross primary production in a deciduous broad-leaved and an evergreen coniferous forest in Japan. *Ecological Informatics* doi:10.1016/j.ecoinf.2012.05.001.
6. Thanyapaneekul J., Muramatsu K., Daigo M., Furumi S., Soyama N., Nasahara K.N., Muraoka H., Noda H.M., Nagai S., Maeda T., Mano M. and Mizoguchi Y. (2012) A vegetation index to estimate terrestrial gross primary production capacity for the Global Change Observation Mission-Climatology (GCOM-C)/second-generation global imager (SGLI) satellite sensor. *Remote Sensing* 4: 3689-3720
7. Potitthep S., Nagai S., Nasahara K.N., Muraoka H. and Suzuki R. (2012) Two separate periods of the LAI-VIs relationships using in situ measurements in a deciduous broadleaf forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 169: 148-155
8. Muraoka H., Noda H.M., Nagai S., Motohka T., Saitoh T.M., Nasahara K.N. and Saigusa N. (2012) Spectral vegetation indices as the indicator of canopy photosynthetic productivity in a deciduous broadleaf forest. *Journal of Plant Ecology*, doi:10.1093/jpe/rts037 (in press)
9. Saitoh T.M., Tamagawa I., Muraoka H., Kondo H. (2012) An analysis of summer evapotranspiration based on multi-year observations including extreme climatic conditions over a cool-temperate evergreen coniferous forest, Takayama, Japan. *Hydrological Processes*, DOI:10.1002/hyp.9834 (in press)
10. Nagai S., Nakai T., Saitoh T.M., Busey R.C., Kobayashi H., Suzuki R., Muraoka H., Kim Y. (2013) Seasonal changes in camera-based indices from an open canopy black spruce forest in

Alaska, and comparison with indices from a closed canopy evergreen coniferous forest in Japan. *Polar Science*, <https://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2012.12.001> (in press)

11. Noh NJ, Kim C., Bae SW, Lee W-K, Yoon TK, Muraoka H. and Son Y. (2013) Carbon and nitrogen dynamics in a *Pinus densiflora* forest with low and high stand densities. *Journal of Plant Ecology* (in press)
12. Chung H., Muraoka H., Nakamura M., Han S., Muller O. and Son Y. (2013) Experimental warming studies on tree species and forest ecosystems: A literature review. *Journal of Plant Research* (in press)
13. Noda H.M., Motohka T., Murakami K., Muraoka H. and Nasahara K.N. (2013) Accurate measurement of optical properties of narrow leaves and conifer needles with a typical integrating sphere and spectroradiometer. *Plant Cell Environment*, doi:10.1111/pec.12100 (in press)

#### 総説・論説

1. 村岡裕由・野田響・斎藤琢・永井信・奈佐原顕郎 (2012) 森林生態系の光合成：生理生態学と衛星観測の融合による長期・広域評価。日本植物学会オンライン和文総説集「植物科学の最前線」
2. Muraoka H., Ishii R., Nagai S., Suzuki R., Motohka T., Noda H., Hirota M., Nasahara K.N., Oguma H. and Muramatsu K. (2012) Linking remote sensing and in situ ecosystem/biodiversity observations by "Satellite Ecology". In: Shin-ichi Nakano et al. (eds.), *The biodiversity observation network in the Asia-Pacific region: toward further development of monitoring*, Ecological Research Monographs, Springer Japan. DOI 10.1007/978-4-431-54032-8\_21

#### 学会発表

1. Saitoh T.M., Nagai S., Yoshino J., Saigusa N., Tamagawa I. and Muraoka H. (2012) Carbon budget in a deciduous broad-leaved forest considering the expanded growing period length by global warming. Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, Chiba, Japan, May 20-25, 2012 (Poster; AHW28-P20).
2. Muraoka H., Noda H., Nagai S., Motohka T., Saitoh T.M., Nasahara K.N. and Saigusa N. (2012) Ecophysiological dynamics of forest canopy photosynthesis and its optical observation. Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, Chiba, Japan, May 20-25, 2012 (Poster; AHW28-P18).
3. Muraoka H., Nagai S., Noda H.M., Saitoh H.M. and Motohka T. (2012) Linking plant ecophysiology and optical remote sensing to reveal temporal and spatial dynamics of forest canopy photosynthesis. Seminar on long term ecological research in the East Asia Pacific region (EAP-LTER) 2012, July 4-5, Malaysia
4. Noda H.M., Murakami T., Nasahara K.N. and Muraoka H. (2012) In-situ and satellite-integrated observations of terrestrial ecosystem. Seminar on long term ecological research in the East Asia Pacific region (EAP-LTER) 2012, July 4-5, Malaysia



5. Muraoka H., Nagai S., Saitoh T.M., Inoue T., Noda H.M. and Noh NJ. (2012) "Satellite Ecology": an initiative to achieve cross-scale evaluation of forest ecosystem functions under climate change. The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
6. Saitoh T.M., Noh NJ., Nagai S., Son Y. and Muraoka H. (2012) Carbon partitioning and budget in forest ecosystems in East Asia: combined meta-analysis of tower-flux and biometric data. A3 session 'Carbon cycle in ecosystem dynamics under climate change: new insights by combining ecology, micrometeorology and remote sensing', The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
7. Nagai S., Saitoh T., Maeda T., Nasahara K., Suzuki R. and Muraoka H. (2012) Availability of long-term daily digital camera images to detect characteristics of plant phenology and terrestrial ecosystems. A3 session 'Carbon cycle in ecosystem dynamics under climate change: new insights by combining ecology, micrometeorology and remote sensing', The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
8. Noda H.M., Murakami K., Nasahara K.N. and Muraoka H. (2012) PRIMULAS: a new model to predict optical properties of single leaf. A3 session 'Carbon cycle in ecosystem dynamics under climate change: new insights by combining ecology, micrometeorology and remote sensing', The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
9. Noh NJ., Son Y., Chung H., Jo W., Han S., Lee SJ. and Muraoka H. (2012) Influence of artificial warming on soil CO<sub>2</sub> efflux in an open-field planted with *Pinus densiflora* and *Quercus variabilis* seedlings. The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
10. Kuribayashi M., Ohara T., Morino Y., Uno I., Kurokawa J., Hara H. and Muraoka H. (2012) Long-term trends of sulfur deposition in East Asia during 1981-2005. The 55th symposium of the international association for vegetation science, Hotel Hyundai Mokpo, Korea.
11. 村岡裕由・野田響・斎藤琢・永井信 (2012) 森林生態系の光合成：生理生態学と衛星観測の融合による長期・広域評価。日本植物学会第 76 回大会 理事会主催シンポジウム「植物バイオマスのミクロからマクロの動態：生態系・生物多様性と気候変動」 (2012 年 9 月 16 日, 姫路)
12. Nagai S., Motooka T., Kobayashi H., Suzuki R., Nasahara K.N., Muraoka H. and Saitoh T.M. (2012) Accuracy evaluation of satellite remote-sensing-based phenological observations in East Asia by performing long-term continuous ground-truthing and ecological examinations, SPIE Asia-Pacific Remote Sensing 2012 SPIE Asia-Pacific Remote Sensing 2012, Kyoto International Conference Center, Kyoto Japan, 29 October - 1 November 2012, (8524-50)
13. 村岡裕由・庄司千佳・永井信・野田響 (2012) 冷温帯落葉広葉樹林における野外温暖化実験：林冠木の個葉生理生態学的特性への影響。中部山岳地域環境変動研究機構 2012 年度年次研究報告会 (高山)

14. 栗林正俊・魯南賑・斎藤琢・若月泰孝・玉川一郎・村岡裕由 (2012) 地域気象モデル WRF の陸面過程の違いが中部山岳域における積雪深の再現性にもたらす影響。中部山岳地域環境変動研究機構 2012 年度年次研究報告会 (高山)
15. 斎藤琢・永井信・吉野純・三枝信子・玉川一郎・村岡裕由 (2012) 温暖化による生育期間延長を考慮した落葉広葉樹林における炭素収支。中部山岳地域環境変動研究機構 2012 年度年次研究報告会 (高山)
16. Nagai S., Nakai T., Saitoh T.M., Busey, R.C., Kobayashi H., Suzuki R., Muraoka H. and Kim Y. (2013) Ground-truth for satellite observation by performing daily field studies in an open-canopy black spruce forest in Alaska and a closed-canopy evergreen coniferous forest in Japan. Third International Symposium on the Arctic Research (ISAR-3), Miraikan, Tokyo, Japan, January 14-17, 2013 (Oral, p.30)
17. Noh N.J., Inoue T., Saitoh T.M., Kuribayashi M. and Muraoka H. (2012) Short-term response of soil respiration to experimental soil warming in a cool-temperate deciduous broad-leaved forest in Takayama. 中部山岳地域環境変動研究機構 2012 年度年次研究報告会 (高山)
18. 永井信・鈴木力英・小林秀樹・村岡裕由・奈佐原顕郎・梶原康司・本多嘉明 (2013) 落葉期の衛星観測の高精度化を目的とした地上検証。第 15 回環境リモートセンシングシンポジウム (千葉大学)
19. 村岡裕由・庄司千佳・永井信・野田響 (2013) 冷温帯落葉広葉樹林における野外温暖化実験：ミズナラ個葉の光合成・分光特性・フェノロジーに対する温度環境の影響。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
20. 庄司千佳・梁配平・村岡裕由 (2013) 冷温帯落葉広葉樹林の光合成能力のフェノロジー — 生育型の違いと光・温度環境の影響 —。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
21. 山田晃嗣・村岡裕由 (2013) 落葉広葉樹稚樹の形態的・生理的特性の季節変化が林床での光合成生産量に与える影響。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
22. 鎌倉真依・村岡裕由・奥村智憲・小杉緑子 (2013) 野外温暖化実験におけるミズナラの個葉ガス交換特性に対する温度の影響。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
23. 野田響・本岡毅・村上和隆・奈佐原顕郎・村岡裕由 (2013) 積分球を用いた細かい葉および針葉の分光反射率・透過率の測定方法。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
24. Noh N.J., Inoue T., Kuribayashi M., Saitoh T.M., Nakaji T., Hiura T. and Muraoka H. (2013) Effect of experimental soil warming on soil respiration in deciduous broad-leaved forests in Takayama and Tomakomai, Japan. 日本生態学会第 60 回大会 (静岡)
25. 栗林正俊・魯南賑・斎藤琢・伊藤昭彦・村岡裕由 (2013) 気候モデルの時空間解像度の違いが中部山岳域の森林生態系の炭素収支推定にもたらす影響。日本生態学会第 60 回大会 (静岡)

## 教育活動

### ・担当科目

全学共通教育： 現代環境学 (地域から地球の環境生態学), 現代環境学 (人の営みと環境)  
 応用生物科学部： 生理生態学

応用生物科学研究科： 植生生理生態学特論

・学生指導

応用生物科学研究科（修士課程）： 2名（うち、外国人留学生1名）

応用生物科学部卒業研究： 1名

## 社会活動

日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER） 事務局長，科学委員会委員長

国際長期生態学研究ネットワーク東アジア太平洋地域委員会（ILTER-EAP） 科学委員

日本フラックス観測ネットワーク（JapanFlux） 運営委員

地球観測連携拠点（温暖化分野）放射観測機器の較正に関するワーキンググループ 委員

日本生物多様性観測ネットワーク（JBON），アジア太平洋地域生物多様性観測ネットワーク（AP-BON） リモートセンシング分科会

## 学協会活動

Journal of Plant Research アドバイザリーボード委員

Journal of Plant Ecology 編集委員

Forest Science and Technology 編集委員

日本生態学会 大会企画委員会，日本生態学会誌編集委員会，キャリア支援専門委員会

## 講演活動等

岐阜大学フェア 2012 パネル展示 「流域圏科学研究センターの紹介」，「森林生態系における野外温暖化実験の試み」

**氏名： 藤田 裕一郎**

## 発表論文

1. 原田守啓・高岡広樹・大石哲也・萱場祐一・藤田裕一郎（2013） 平面形状の異なる帯工周辺の河床変動特性に関する実験的研究，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.64, No.4（水工学論文集第 57 巻），2013 年 2 月， pp. I\_1177-I\_1182.
2. 原田守啓・高岡広樹・大石哲也・萱場祐一・藤田裕一郎（2013） 設置角度の異なる越流型上向き水制の河床変動特性に関する実験的研究，土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 64, No. 4（水工学論文集第 56 巻），2013 年 2 月， pp. I\_1189-I\_1194.

## 総説・論説

1. 藤田裕一郎（2012） 長良川とその流域の特徴，長良川流域の文化的景観に関する論考，岐阜市教育委員会.

## 学会発表

1. M. Harada and Y. Fujita (2012) An experimental study on flow resistance and boundary shear stress distribution in rectangular open channels with varying arrangement of roughness elements, Proc. of 18th Congress of IAHR-APD, pp. 282-283.
2. 岩田啓夢・新見 潤・原田守啓・藤田裕一郎（2012） 台形断面河道における護岸粗度の水理特性に関する実験的研究，平成 24 年度土木学会全国大会 第 67 回年次学術講演会

II-067, pp.133-134.

3. 澤田謙二・伊原一樹・藤田裕一郎・水上精榮（2012） 河道急変部の河床形状と流水特性に関する現地計測, 平成 24 年度土木学会全国大会 第 67 回年次学術講演会 II-077, pp. 153-154.

## 教育活動

### ・担当科目

工学部： 河川工学, 社会基盤セミナー

工学研究科： 河川環境工学, 流域環境工学, 水理解析学, 社会基盤工学特論（集中講義）,  
河川計画論

### ・指導学生等

博士前期課程： 1 名（うち, 外国人留学生 0 名）

研究生： 1 名（うち, 外国人留学生 1 名）

学部卒業研究： 3 名（うち, 外国人留学生 0 名）

### ・非常勤講師

名古屋大学大学院工学研究科 学位論文審査委員会副査

## 社会活動

- ・国土交通省中部地方整備局・独立行政法人水資源機構中部支社 中部地方ダム等管理フォローアップ委員会委員長
- ・ 同 長良川河口堰ダムモニタリング部会委員
- ・国土交通省中部地方整備局 総合評価審査委員会岐阜県地域部会副会長
- ・国土交通省中部地方整備局 今後の河川維持管理のあり方に関する有識者会議委員
- ・国土交通省中部地方整備局 国営木曾三川公園基本計画アドバイザー会議委員
- ・国土交通省中部地方整備局 国営木曾三川公園運営維持管理業務の有識者委員会委員
- ・国土交通省中部地方整備局・独立行政法人水資源機構中部支社 木曾川水系導水路環境調査検討会座長
- ・国土交通省中部地方整備局 天竜川ダム再編事業排砂工法実証実験検討委員会委員
- ・国土交通省中部地方整備局 木曾川上流自然再生検討会座長
- ・国土交通省中部地方整備局 木曾川水系リバーカウンセラー
- ・国土交通省近畿地方整備局・兵庫県但馬県民局 円山川水系自然再生推進委員会委員長
- ・国土交通省近畿地方整備局 円山川流域委員会委員長
- ・国土交通省近畿地方整備局 円山川リバーカウンセラー
- ・岐阜県 河川整備計画検討委員会委員長
- ・岐阜県 建設工事総合評価審査会委員
- ・岐阜県 伝統的防災施設継承委員会
- ・岐阜県 新五流総フォローアップ委員会委員
- ・岐阜県 自然共生工法認定委員会委員長
- ・兵庫県 コウノトリ野生復帰推進協議会学識委員
- ・岐阜市 長良川流域の文化的景観検討委員会委員

- ・岐阜県自然共生工法研究会理事・会長
- ・ 同 研究評価部会部会長
- ・ 同 部会連絡委員会委員
- ・独立行政法人水資源機構阿木川ダム管理所 阿木川ダム魚道実証実験検討会
- ・財団法人ダム水源地環境整備センター ダム土砂マネジメント研究会委員
- ・財団法人河川環境管理財団 プロジェクトWE T木曾川流域版ガイドブック試行検討会座長

## 学協会活動

- ・社団法人土木学会水工学委員会基礎水理部会委員

## 講演活動等

- ・岐阜商工会議所産業企画委員会 まちづくり勉強会 講演「長良川流域の特徴と岐阜市の洪水災害について」(2012年5月1日, 岐阜市)
- ・岐阜県・岐阜県自然共生工法研究会 清流ぎふ水環境シンポジウム 事例研究討論会「かつて経験したことがない豪雨に対する被害の最小化方策について考える」コメンテーター, (2012年10月31日, 岐阜市)
- ・河川環境管理財団名古屋事務所 名古屋研究発表会 特別講演「河川の成り立ちとその環境機能について」, (2012年11月21日, 名古屋市)
- ・国土交通省中部地方整備局 中部河川技術研修 講演「川についての様々なとらえ方～人とのつながりから移動床水理現象まで～」(2012年12月3日, 名古屋市)
- ・岐阜社会基盤研究所・岐阜県・(財)岐阜県建設研究センター 岐阜社会基盤研究所の設立10周年記念式典特別講演「『川は生きものである』という言葉について一雑感」, (2013年2月1日, 岐阜市)

## その他（主な技術指導等）

- ・阿木川ダム下流域土砂還元事業技術指導（(独)水資源機構阿木川ダム管理所）
- ・阿木川ダム岩村貯留ダム付設魚道設計指導（同上）
- ・馬瀬川観光ヤナ地域活性化プロジェクト（馬瀬建設）
- ・長良川・今川 分流出処理に関する技術指導（岐阜県河川課・美濃土木事務所）
- ・泥川水門（大垣市）の運用について（岐阜県河川課）
- ・ネパール国ダム堆砂対策実験技術指導（電源開発株式会社）
- ・土砂吸引工法水理実験技術指導（電源開発株式会社茅ヶ崎研究センター）
- ・円山川自然再生に関する解析技術指導（国土交通省豊岡河川国道事務所・公益財団法人リバーフロント研究所）

氏名： 玉川 一郎

## 発表論文

1. Saitoh T.M., Nagai S., Yoshino J., Muraoka H., Saigusa N., and Tamagawa I., Functional consequences of differences in canopy phenology for the carbon budgets of two cool-temperate forest types: simulations using the NCAR/LSM model and validation using tower flux and



biometric data. Eurasian Journal of Forest Research, vol.15, no.1, pp.19-30, 2012

2. Morotomi, K., T. Shinoda, Y. Shusse, T. Kouketsu, T. Ohigashi, K. Tsuboki, H. Uyeda, and I. Tamagawa, 2012: Maintenance mechanisms of a precipitation band formed along the Ibuki-Suzuka Mountains on September 2-3, 2008. J. Meteor. Soc. Japan, vol.90, pp.737-753, 2012

## 学会発表

1. 玉川一郎(2012)、岐阜大学水環境リーダー育成プログラム、オープンディスカッション会議水に関する国際研究・教育プログラムへの日本からの発信ー若手研究者のキャリアアップとジャパン・イニシアティブー、日本学術会議 IAHS 小委員会、日本ユネスコ国内委員会自然科学小委員会主催、於文部科学省、2012年10月15日
2. 玉川一郎、杵野誠也(2012)、国土交通省「解析雨量」と地上観測雨量との比較、中部山岳地域の環境変動の解明から環境資源再生をめざす大学間連携事業ー地球環境再生プログラムー2012年度年次研究報告会、2012年12月13-14日、岐阜県高山市、CM7
3. Saitoh T.M., Naga S., Yoshino J., Saigusa N., Tamagawa I., and Muraoka H. (2012) Carbon budget in a deciduous broad-leaved forest considering the expanded growing period length by global warming. Japan Geoscience Union Meeting 2012, Makuhari, Chiba, Japan, May 20-25, 2012 (Poster; AHW28-P20).
4. Saitoh T.M., Nagai S., Yoshino J., Muraoka H., Saigusa N., Tamagawa I. (2012) Functional consequences of differences in canopy phenology for the carbon budgets of two cool-temperate forest types: simulations using the NCAR/LSM model and validation using tower flux and biometric data. Joint meeting of the 59th annual meeting of ESJ and the 5th EAFES international congress, Ryukoku University, Otsu, Japan, March 17-21, 2012 (Poster; P3-299J).

## 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： 応用解析学、土木工学実験 I、気象・水文学、社会基盤セミナー

工学研究科： 水理解析学

### ・指導学生

博士前期課程： 4名（うち、外国人留学生1名）

学部卒業研究： 3名（うち、外国人留学生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・水資源学会理事

・水文・水資源学会国際誌編集委員

## 受賞

・2012年（平成24年） 日本農業気象学会論文賞受賞（共著者）

氏名： 李 富生

#### 著書

1. Adsorbability of DOM after coagulation, ozonation and chlorination, in *Water Supply and Water Quality* (Zbyslaw Dymaczewski and Joanna Jez-Walkowiak, eds.), Polskie Zrzeszenie Inzynierow Technikow Sanitarnych Oddzial Wielkopolski (Publisher), ISBN 978-83-89696-16-9, Vol. II, pp. 423-436, 2012.

#### 発表論文

1. Desmiarti R., Li, J., Li, F.S. (2012) Behavior of natural estrogens in reservoir: investigations based on continuous flow experiments and model analysis. *Water, Air and Soil Pollution* 223, 3307–3320.
2. MURATA, M., AOKI, N., LI, F.S., YONEKAWA, H., MOTOYAMA, N. (2012) Effect of pre-coagulation condition on ceramic membrane filtration. *土木学会論文集 G (環境)*, 68 (7), III\_59-68.
3. HUANG, K., LI, F.S., LI, J., HELARD, D. and HIROOKA, K. (2012) Rapid vermicomposting of fresh fruit and vegetable wastes using earthworm eisenia foetida. *土木学会論文集 G (環境)*, 68 (7), III\_113-120.
4. HELARD, D., FAJRI, J.A., SETIYAWAN, A.S., LI, F.S., YAMADA, T., HORIO, A., HUANG, M. and KAWAGUCHI, T. (2012) Formation and role of bacterial community in the sediment bed of open channel receiving johkasou effluent: Multivariate statistical analysis interpretation. *土木学会論文集 G (環境)*, 68 (7), III\_1-11.
5. Guo, X., Li, F.S., Helard, D. and Kawaguchi, T. (2012) Biodegradation of Natural Estrogens by Biofilms from Biological Activated Carbon: Effect of Temperature. *Journal of Water Resource and Protection* 4, 913-921.
6. Li, J., Samsey, A., Li, W., Kawaguchi, T., Wei, Y., Desmiarti R. and Li, F.S. (2013) Behavior of Cesium in Dam Reservoir-Investigation Based on Sediment Columns, *Journal of Water Resource and Protection* 5, 124-132.

#### 学会発表

1. F.S. LI, R. DESMIARTI, J. LI, Y. WEI, Effect of sediment bacteria on reservoir water quality, *Proceedings of the 3rd Forum on Studies of the Environmental and Public Health Issues in the Asian Mega-cities*, Beijing, pp. 22-29, 2012.
2. S. INDAH, F.S. LI, K. TANIOKA, Infectivity changes of viruses during activated carbon adsorption, *Proceedings of the 3rd Forum on Studies of the Environmental and Public Health Issues in the Asian Mega-cities*, Beijing, pp. 49-56, 2012.
3. W. LI, J. LI, A. SAMSEY, T. KAWAGUCHI, F.S. LI, Behavior of cesium in drinking water source, *Proceedings of the 3rd Forum on Studies of the Environmental and Public Health Issues in the Asian Mega-cities*, Beijing, pp. 40-48, 2012.
4. W. Li, J. Li, A. Samsey, T. Kawaguchi, F.S. Li, Cesium behavior in a dam reservoir at Fukushima Prefecture, *Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals*

- Conference, pp. 73-76, Tokyo, 2012.
5. C. Feng, H. Du, Z. Yu, W. Li, F.S. Li, Sequential carbon removal and SND (simultaneous nitrification and denitrification) for landfill leachate treatment by microbial fuel cell, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 173-176, Tokyo, 2012.
  6. Z. Yu, C. Feng, F.S. Li, Enhancement of nitrification and denitrification for treatment of landfill leachate with high-concentration of ammonia nitrogen by dilution, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 177-180, Tokyo, 2012.
  7. J. Jin, K. Hirooka, O. Ichihashi, F.S. Li, Availability of organic suspended solid as substrate for power generation in microbial fuel cell, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 201-204, Tokyo, 2012.
  8. H. Du, C. Feng, Z. Yu, W. Li, F.S. Li, Kinetics of nitrification and denitrification in two-chamber MFC reactors for treatment of wastewater containing high content of ammonia nitrogen, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 209-212, Tokyo, 2012.
  9. A.S. Setiyawan, T. Yamada, F.S. Li, D. Helard, J.A. Fajri, A. Horio, M. Huang, Viruses in stream channels in residential areas that receive effluent of on-site wastewater treatment facilities, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 264-267, Tokyo, 2012.
  10. S. Indah, F.S. Li, K. Tanioka, Adsorption of viruses onto activated carbon and their infectivity changes, Proceedings of the 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 296-299, Tokyo, 2012.
  11. D. Helard, J.A. Fajri, A.S. Setiyawan, F.S. Li, T. Yamada, A. Horio, M. Huang, Relationship between sediment bed microbial community and water quality in open channel receiving johkasou effluent, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, Tokyo, 2012 (Poster presentation).
  12. Samsey, J. Li, W. Li, T. Kawaguchi, F.S. Li, Fixation potential of cesium by reservoir sediment-impacts of water temperatures, pH, and EC, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, Tokyo, 2012 (Poster presentation).
  13. H. Du, F.S. Li, C. Feng, Z. Yu, W. Li, Two-chamber reactors for simultaneous nitrogen removal and electricity generation in treatment of wastewater containing high content of ammonia nitrogen, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 7-8, Gifu University, 2012.
  14. J.A. Fajri, T. Yamada, F.S. Li, A.S. Setiyawan, D. Helard, A. Horio, M. Huang, Contamination of Johkasou effluent in the receiving channel of residential area, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 9-11, Gifu University, 2012.
  15. X. Guo, F.S. Li, Model description of adsorption behavior of natural organic matter in fixed bed activated carbon adsorbers, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders

- Training Program, pp. 12-13, Gifu University, 2012.
16. D. Helard, F.S. Li, J.A. Fajri, A.S. Setiyawan, T. Yamada, A. Horio, M. Huang, T. Kawaguchi, Microbial community in the channel bed receiving effluent from small-scale onsite wastewater treatment facilities, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 17-18, Gifu University, 2012.
  17. K. Huang, F.S. Li, Physicochemical properties and microbial profiles of vegetable waste during gut transit of hatchling, juvenile and adult earthworms *Eisenia foetida*, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 19-20, Gifu University, 2012.
  18. S. Indah, F.S. Li, K. Tanioka, Infectivity changes of viruses after adsorbed onto activated carbon, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 21-22, Gifu University, 2012.
  19. J. Jin, K. Hirooka, O. Ichihashi, F.S. Li, Potential of suspended solid from wastewater as substrate for power generation in microbial fuel cell, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 23-24, Gifu University, 2012.
  20. Samsey, J. Li, W. Li, T. Kawaguchi, F.S. Li, Fixation potential of cesium onto reservoir sediment, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 35-36, Gifu University, 2012.
  21. A.S. Setiyawan, T. Yamada, F.S. Li, D. Helard, J.A. Fajri, Virus concentrations in water and sediment in residential area using decentralized wastewater treatment systems, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 37-38, Gifu University, 2012.

## 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），社会基盤セミナー

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新設科目：特論3科目，演習3科目，共同セミナー）（統括責任）

### ・指導学生

博士後期課程： 6名（うち，外国人留学生5名）

博士前期課程： 8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

- ・財団法人岐阜県環境管理技術センター評議員
- ・岐阜県河川整備計画検討委員会委員

- ・清流の国ぎふづくり大江川環境対策協議会委員
- ・環境読本（中学生版）編集委員会委員（発行者：財団法人岐阜県環境管理技術センター）
- ・中国蘭州交通大学兼職教授

### 学協会活動

- ・社団法人土木学会環境工学委員会「今後の水環境保全に貢献する下水道システムの技術的問題と管理手法についての調査研究に関する小委員会」委員
- ・社団法人土木学会環境工学委員会「下水道関連震災調査小委員会」委員
- ・財団法人土木学会環境工学委員会委員
- ・Guest editor, Special Issue on Sampling and Analysis of Odorants and Volatile Organic Compounds in Air, Water, and Soil, Journal of Analytical Methods in Chemistry
- ・Member, SCIENTIFIC COMMITTEE, 10th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE "Water Supply and Water Quality", WATER 2012, September 09-12, 2012, STARE JABLONKI, POLAND

### 講演活動等

- ・「Coagulation and adsorption removal of natural organic matter for drinking water production」, クラコフ工科大学にて（2012.9.13）.
- ・「PCR-based Monitoring and Multivariate Statistical Analysis Benefit Exploration of Fecal Pollution in Water Environments」, invited speech in The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference (Tokyo, 2012.12.7-10) (2012.12.8).

氏名： 廣岡 佳弥子

### 発表論文

1. Osamu Ichihashi\*, Kayako Hirooka\* (2012) Removal and recovery of phosphorus as struvite from swine wastewater using microbial fuel cell, Bioresource Technology, 114, 303-307 (\*co-first authors).
2. Kui Huang, Fusheng Li, Jiefeng Li, Denny Helard, Kayako Hirooka, (2012) Rapid Vermicomposting of Fresh Fruit and Vegetable Wastes Using Earthworm Eisenia foetida, 土木学会論文集 G（環境）, 68(7), 113-120.
3. Shinta Indah, Hirotaka Tanaka, Fusheng Li, Kayako Hirooka, Michal Zielina (2012) Behaviour of Somatic and F-specific Coliphages in Slow Sand Filter, Journal of Water and Environment Technology, 10(1), 69-78.
4. 市橋 修, 廣岡 佳弥子 (2012) 新技術—「微生物燃料電池を用いた廃水からのエネルギー回収型リン回収システム」開発への取り組み, 月刊「水」, 2012, 9月号, 16-20.
5. 廣岡 佳弥子, 市橋 修 (2012) 微生物燃料電池を用いた廃水からのエネルギーとリンの同時回収, 化学工学, 76(11), 692-694.

### 学会発表

1. Osamu Ichihashi, Kayako Hirooka. (2012) Simultaneous recovery of electrical power and



phosphorus from swine wastewater by microbial fuel cell, Ecotechnologies for Wastewater Treatment 2012 International Conference, Santiago de Compostela (Spain).

2. Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi. (2012) Phosphorus recovery as struvite from synthetic wastewater by microbial fuel cell, Ecotechnologies for Wastewater Treatment 2012 International Conference, Santiago de Compostela (Spain).
3. Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi. (2012) Deterioration of the cathode performance in microbial fuel cells by the precipitation of phosphorus, North American Meeting of the Internatlnal Society for Microbial Electrochemistry and Technology, Ithaca (U.S.A.).
4. Osamu Ichihashi, Kayako Hirooka. (2012) Simultaneous Recovery of Electrical Power and Phosphorus from Wastewater by Microbial Fuel Cell, North American Meeting of the Internatlnal Society for Microbial Electrochemistry and Technology, Ithaca (U.S.A.).
5. 市橋 修, 廣岡 佳弥子. (2012) 微生物燃料電池を用いた廃水中のエネルギーとリンの同時回収, 第43回中化連秋季大会, 名古屋市.
6. Jia Jin, Kayako Hirooka, Osamu Ichihashi, Fusheng Li. (2012) Availability of organic suspended solid as substrate for power generation in microbial fuel cell, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, Tokyo (Japan).
7. 市橋 修, 廣岡 佳弥子. (2013) 微生物燃料電池エアカソードにおける非白金触媒利用の試み, 第48回日本水環境学会年会, 大阪市.
8. 藤家 祐太, 廣岡 佳弥子, 市橋 修, 李 富. (2013) 食品の加熱、冷凍等の履歴がメタン発酵の基質としての利用性に与える影響, 第48回日本水環境学会年会, 大阪市.
9. 廣岡 佳弥子, 市橋 修. (2013) 微生物燃料電池における廃水からのリン回収 - カソード性能の低下とその回復-, 第48回日本水環境学会年会, 大阪市.

## 教育活動

### ・担当科目

工学部： 土木工学実験（環境工学分野実験）

工学研究科： アジア水処理技術特論（環境リーダー）、環境リーダー育成特別演習（環境リーダー）、環境ソリューションⅠ（環境リーダー）、環境ソリューションⅡ（環境リーダー）、共同セミナー（環境リーダー）

### ・非常勤講師

平成24年度 JICA 集団研修「水環境モニタリング」 非常勤講師 「「水質処理技術とモニタリング手法<排水>」

**氏名： 栗屋 善雄**

## 発表論文

1. 福田夏子・栗屋善雄・児島利治 (2012) LiDAR と Quickbird のデータを用いた森林植生タイプの分類—高山市大八賀川流域の事例—. システム農学雑誌, 28(4), 115-122.
2. Tanaka, S., Takahashi, T., Saito, H., Awaya, Y., Iehara, T., Matsumoto, M., Sakai, T. (2012)

Simple method for land-cover mapping by combining multi-temporal Landsat ETM+ images and systematically sampled ground truth data: A case study in Japan. *Journal of Forest Planning*, 18:77-85.

3. 高橋與明・栗屋善雄・田中真哉 (2013) 航空機 LiDAR によるスギ・ヒノキ林分の平均樹高  
高橋與明, 栗屋善雄, 田中真哉 高推定ーレーザ点密度を変えた場合の事例ー. *九州森林研究*, 66, 19-22.

## 学会発表

1. 栗屋善雄・家原敏郎・細田和男 (2012) Terra/MODIS データを利用した日本列島の LAI 分布図の作成. 日本地球科学惑星連合 2012 年度連合大会, 幕張メッセ, 千葉, 2012 年 5 月 20 日.
2. 栗屋善雄・福田夏子・河合洋人・アラ坦娜布其 (2012) LiDAR と空中写真の DSM を利用した樹冠変化の把握. 日本リモートセンシング学会第 52 回学術講演会, 東京大学生産研究所, 東京, 2012 年 5 月 23 日.
3. 栗屋善雄・福田夏子・高橋與明・河合洋人 (2012) LiDAR データを用いた高山市大八賀川流域の森林の蓄積推定ー針葉樹林と広葉樹林の比較ー. 第 2 回中部森林学会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 10 月 13 日.
4. Alatannabuti, Awaya, Y. (2012) Mapping of canopy area of deciduous broad-leaved forest using aerial photographs and LiDAR data. 第 2 回中部森林学会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 10 月 13 日.
5. Zhang, P., Awaya, Y. (2012) Forest type mapping of Gifu Prefecture using ETM+ data of different seasons. 第 2 回中部森林学会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 10 月 13 日.
6. 福田夏子・栗屋善雄 (2012) LiDAR データを用いた地盤高(DEM)作成方法の検討-高山市大八賀川流域の事例-. 第 2 回中部森林学会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 10 月 13 日.
7. 後藤誠二郎・栗屋善雄・神田里喜・園山英昭 (2012) RapidEye 衛星の RedEdge バンドを用いた森林タイプ分類の精度向上に関する検討 - 岐阜県御嵩町を例として -. システム農学会 2012 年度秋季一般研究発表会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 11 月 3 日.
8. 河合洋人・栗屋善雄・秋山侃 (2012) 空中写真と LiDAR データを用いた竹林拡大特性の解析. システム農学会 2012 年度秋季一般研究発表会, 信州大学農学部, 長野県南箕輪村, 2012 年 11 月 3 日.
9. 田中信行・栗屋善雄 (2012) 地球温暖化は森林にどう影響するか?。「農林水産業は気候変動にどう対応するか?~気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」研究成果発表会, 東京国際フォーラム, 2012 年 12 月 10 日.
10. 栗屋善雄・高橋與明・福田夏子・河合洋人 (2012) 低密度 LiDAR データを用いた小流域レベルでの蓄積マッピングー岐阜県大八賀川の事例ー. 第 124 回日本森林学会大会, 岩手大学、盛岡、2012 年 3 月 26 日

11. 阿拉坦娜布其・栗屋善雄（2012）空中写真を利用したブナ老齢林の樹冠変化のモニタリング. 第124回日本森林学会大会、岩手大学、盛岡、2012年3月26日.
12. 後藤誠二郎・栗屋善雄（2012）林分情報の精度向上にむけた森林簿と衛星データによる森林植生分類図の比較. 第124回日本森林学会大会、岩手大学、盛岡、2012年3月27日.

## 教育活動

### ・担当科目

全学共通教育： 地域から地球の環境生態学  
応用生物科学部： 生態系生態学, GIS/CAD 演習  
応用生物科学研究科： 農林環境管理学特論

### ・指導学生

博士後期課程： 2名（うち、外国人留学生2名）  
博士前期課程： 1名（うち、外国人留学生1名）

### ・非常勤講師

日本森林技術協会 講習会 平成24年度森林情報士「リモートセンシング2級」

## 社会活動

- ・東海大学 GCOM 総合委員会委員、GCOM/SGLI 利用 WG 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
- ・(財) 宇宙システム開発利用推進機構 データ利用委員会
- ・(株) パスコ (林野庁) 森林資源調査データによる動態変化解析事業委員会委員
- ・日本森林技術協会 (林野庁) 森林資源調査データ解析事業委員会委員
- ・日本森林技術協会 (林野庁) ARD 委員会委員
- ・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
- ・(株) 地球環境センター (環境省) REDD 案件実現可能性調査の支援のためのタスクフォース 会合委員

## 講演活動等

- ・「衛星データを利用した森林モニタリングーREDD+への貢献の可能性ー」, 森林総合研究所 REDD 研究開発センター, REDD プラス公開セミナー「実践から学ぶ REDD プラス」, (2011.10.14, UDX カンファレンス, 東京)

**氏名： 児島 利治**

## 発表論文

1. 児島利治, 篠田成郎, M. Golam MAHBOOB, 大橋慶介, 降雨遮断モデルによる実時間洪水予測精度の高度化に関する検討, 河川技術論文集, Vol. 18, pp435 - 440, 2012.
2. Edwina Zainal, Keisuke OHASHI, Masaki SAKURAI, Toshiharu KOJIMA, Seirou SHINODA, Long Term Variable Properties of Runoff Process in a Mountainous Forested Catchment, Advances in River Engineering, JSCE, Vol. 18, pp.471 - 476, 2012.

3. Keisuke Ohashi<sup>1</sup>, Kazuki Ihara, Shingo Yasuda, Toshiharu Kojima, Seirou Shinoda, Grain Sizing Survey on River Bed by Computational Photography, Proceedings of International Conference on Environmental Aspects of Bangladesh (ICEAB 2012), 2012 .
4. 福田夏子, 栗屋善雄, 児島利治, LiDAR と Quickbird のデータを用いた森林植生タイプの分類－高山市大八賀川流域の事例－, システム農学, Vol. 28, No. 4, pp. 115-122, 2012.

## 教育活動

- ・担当科目  
工学部： 水理学Ⅱ, 気象・水文学, 土木工学実験Ⅱ, 社会基盤セミナー  
工学研究科： 地球環境維持工学, 空間情報システム論, 流域水文学特論
- ・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： 2名（うち, 外国人留学生1名）  
学部卒業研究： 3名（うち, 外国人留学生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

氏名： 杉戸 真太

## 発表論文

1. Ohashi, T. and Sugito, M.: A Countermeasure for Slope Safety Focusing on Earthquake Motion Amplification in Filling Valleys, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, CD-ROM, 2012.
2. Furumoto, Y. and Sugito, M.: A Modeling Method for Seismic Hazard Intensity Map Considering Nonlinear Seismic Gain of Soil Layers on Inclined Basement, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, CD-ROM, 2012.
3. Kuse, M., Sugito, M., and Kondo, T.: Presumption of the long period-spectral characteristics due to the deep ground structure of local region for development of earthquake motion prediction, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, CD-ROM, 2012.
4. 神山眞・杉戸真太・久世益充：地殻変動にみる 3.11 巨大地震の予兆－地震予知を放棄すべきか？－, 土木学会誌, Vol.97, pp.119～123, 2012.

## 教育活動

- ・担当科目 工学部：地震工学

博士前期課程：応用地震工学、地震防災工学、防災科学

博士後期課程：応用地震工学

- ・指導学生数 学部：2名  
博士前期課程：2名

## 社会活動

- ・岐阜県 防災会議 委員
- ・岐阜県 地震防災行動計画フォローアップ委員会 会長
- ・岐阜県 東日本大震災 震災対策検証委員会 委員長
- ・東海農政局大規模地震防災対策評価委員会 委員
- ・阪神高速道路株式会社技術審議会 委員
- ・東濃地震科学研究所 運営委員
- ・岐阜市都市経営戦略会議 委員
- ・大垣市地域防災検討委員会 委員長
- ・刈谷市地震ハザードマップ作成委員会 委員、他 10件

## 学協会活動

- ・土木学会 強震継続時間が長い地震動に対する土木構造物の耐震性検討小委員会 委員長
- ・土木学会 地震工学委員会 委員
- ・東濃地震科学研究所 運営委員
- ・地震工学会中部支部 中部総合地震防災システム研究委員会 顧問

## 講演活動等

- 6月8日：道路技術安全技術委員会講演会（岐阜市）
- 6月13日：基礎地盤コンサルタント技術講習会（東京都）
- 6月29日：関商工会議所建設部会講演会（関市）
- 7月12日：岐阜県自然共生工法研究会講演会（羽島市）
- 8月18日：岐阜市ロータリークラブ講演会（岐阜市）
- 10月3日：岐阜地方裁判所講演会（岐阜市）
- 10月17日：防災講演会（刈谷市）
- 10月25日：プレストレストコンクリート工学会講演会（大津市）
- 10月29日：豊田加茂建設事業振興会防災講演会（豊田市）
- 11月9日：刈谷市役所防災講習会（刈谷市）
- 2月7日：東濃地科学センターセミナー講演会（瑞浪市）
- 2月19日：中部建設協会講演会（豊田市）



## 新聞報道

- 7月 1日：関商工会議所建設部会講演会（岐阜新聞）
- 8月 21日：岐阜市ロータリークラブ講演会（中日新聞）
- 8月 30日：内閣府が発表した南海トラフ地震被害想定を受けて提言（中日新聞）
- 8月 30日：内閣府が発表した南海トラフ被害想定を受けて 岐阜県の被害想定について語る（朝日新聞）
- 8月 30日：内閣府が発表した南海トラフ被害想定を受けて 公表結果の内容や岐阜県の被害想定について語る（岐阜新聞）
- 8月 30日：内閣府が発表した南海トラフ被害想定を受けて 岐阜県の被害想定について語る 内陸型地震へも警告（読売新聞）
- 11月 2日：コラム「東日本大震災や南海トラフ地震被害想定発表を受けて 防災対策への活かし方が重要」（毎日新聞）
- 11月 16日：刈谷の職員研修会で講演（中日新聞）
- 12月 26日：御嵩町の垂炭廃鉱の陥没予防について提言「防災拠点にまず対策を」（中日新聞）
- 2月 9日：岐阜県と岐阜市が南海トラフ巨大地震に対する被害想定を発表  
「岐阜大学 杉戸理事が被害を試算」（岐阜新聞）（中日新聞）（読売新聞）

氏名： 沢田 和秀

## 発表論文

1. Moriguchi S., Nagayama T., Sawada K. and Yashima A., A study on a model error of DEM, Proc. of 6th International Workshop on New Frontiers in Computational Geotechnics, pp.13-29, ISBN978-4-87797-190-8, 2012.
2. Sawada K., Moriguchi S. & Yashima A., A simulation of a real snow avalanche, Proc. of 6th International Workshop on New Frontiers in Computational Geotechnics, pp.49-52, ISBN978-4-87797-190-8, 2012.
3. T. Hara, M. Yoshida & K. Sawada : A new type reinforced soil structure with inserting pile foundation, Proc. of the 5th Asian Regional Conference on Geosynthetics（搭載決定）2012.
4. T. Hara, S. Tsuji, M. Yoshida & K. Sawada : (Keynote paper) Development of Piled Geo-wall (New type reinforced soil wall), Proc. of 2nd Intl. Conference on Geotechnique, Construction, Material & Environment, pp. 22-29, 2012.
5. T. Hara, S. Tsuji, M. Yoshida, S. Ito & K. Sawada : Development of a new type reinforced soil wall, Proc. of the 5th European Geosynthetics Congress（搭載決定）2012.
6. Yashima A., Moriguchi S., Uzuoka R., Nonoyama H. and Sawada K., Large deformation analysis for costal geodisasters using continuum and discrete modeling, Proc. of International Symposium on Coastal Engineering Geology, pp.13-29, 2012.
7. 高木朗義, 本城勇介, 倉内文孝, 浅野憲雄, 原隆史, 沢田和秀, 森口周二, 北浦康嗣, 八

嶋厚, 岐阜県飛騨圏域を対象とした道路斜面のリスクマネジメント: 落石災害を対象として, 土木学会論文集 C, Vol. 68, No.2, pp.109-122, 2012.

8. 野々山栄人, 沢田和秀, 森口周二, 八嶋厚, 伊東和也, SPH 法による実大規模斜面掘削実験の二次元再現解析, 地盤工学ジャーナル, Vol.7, No.4, pp.543-555, 2012

### 総説・論説

1. 村田芳信, 八嶋 厚, 沢田和秀, 全自動化した路面下の定量的可視化技術による維持管理, 検査技術, Vol.17, pp.6-11, 日本工業出版, 2012.

### 学会発表

1. 村田芳信, 佐藤 将, 岩田麻衣子, 沢田和秀, 八嶋 厚, 浦安市における各種動的サウンディング試験の比較(その7:PENNY), 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.143-144, 2012.
2. 森口周二, 沢田和秀, 岩田麻衣子, 西田陽一, 補強土落石防護工の変形事例に基づく落石エネルギーの逆解析, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.517-518, 2012.
3. 森本翔太郎, 岩田麻衣子, 沢田和秀, 森口周二, 初期拘束圧を考慮した軟岩の力学モデルによる斜面挙動解析, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.855-856, 2012.
4. 吉田祐貴, 沢田和秀, 森口周二, 岩田麻衣子, 数値標高モデルを用いた山岳道路盛土の抽出, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1015-1016, 2012.
5. 矢部 満, 馬 貴臣, 斎藤秀樹, 曾根好徳, 沢田和秀, 振動計測による擁壁の健全度評価について-その1, 振動伝播速度の簡易計測による試み, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1189-1190, 2012.
6. 馬 貴臣, 沢田和秀, 矢部 満, 斎藤秀樹, 曾根好徳, 振動計測による擁壁の健全度評価について-その2, 衝撃振動計測による現場実験, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1191-1192, 2012.
7. 原 隆史, 辻慎一郎, 吉田眞輝, 沢田和秀, 細幅補強土構造物の設計, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1345-1346, 2012.
8. 山崎智久, 沢田和秀, 森口周二, 岩田麻衣子, レーザー波干渉装置を用いたモニタリングによる落石安定度評価の基礎的研究, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1785-1786, 2012.
9. 永山哲平, 沢田和秀, 森口周二, 岩田麻衣子, 個別要素法による落石解析に含まれるモデルエラーに関する研究, 第47回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1791-1792, 2012.
10. 原隆史, 辻慎一郎, 伊藤修二, 吉田眞輝, 沢田和秀: 細幅補強土擁壁の設計, 第67回土木学会年次講演会論文概要集, 2012.9.

### 教育活動

#### ・担当科目

工学部: 土質力学Ⅲ

工学部: 土木工学実験Ⅰ

工学研究科: 応用地震工学

工学研究科： 地盤工学セミナー

・指導学生

博士後期課程： 2名（うち，外国人留学生2名）

博士前期課程： 2名（うち，外国人留学生0名）

学部卒業研究： 5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

## 社会活動

- ・ 中部地方整備局総合評価審査委員会岐阜県地域部会委員
- ・ 中部地方整備局施設管理支援技術者試験審査委員会委員
- ・ 岐阜県八山系砂防総合整備計画フォローアップ委員会委員
- ・ 岐阜県除雪研究会委員
- ・ 岐阜県建設工事総合評価審査委員会委員
- ・ 岐阜県社会資本メンテナンスプラン検討委員会作業部会委員
- ・ 中日本高速道路(株)名古屋支社管内のり面防災対策検討会委員
- ・ (一社)下呂建設業協会 道路アクセスシンポジウムアドバイザー及び委員
- ・ 岐阜県国道417号揖斐川町徳山地区地すべり検討会委員
- ・ (一社)中部地域づくり協会中部地方災害危機管理マイスター
- ・ (財)ベターリビング 評定委員会委員
- ・ (財)高速道路調査会 フェロー会員
- ・ (株)地層科学研究所事業部斜面防災事業リーダー
- ・ (株)朝日土質設計コンサルタント 地盤防災に関する技術顧問
- ・ 特定非営利活動法人地盤防災ネットワーク理事
- ・ 岐阜県空間情報(GIS)研究会会長
- ・ 岐阜県県域統合型GIS企画運営委員会委員
- ・ 中部建設協会中部地方災害危機管理マイスター
- ・ 岐阜県公共事業執行共同化協議会委員
- ・ 岐阜県土地開発公社建設工事総合評価審査会委員
- ・ 岐阜県砂防基礎調査マニュアル検討委員会委員
- ・ 岐阜県道路防災対策委員会委員
- ・ 岐阜県八山系砂防総合整備計画フォローアップ委員会委員
- ・ 社会基盤サポート推進協議会事業推進会議委員

## 学協会活動

- ・ 地盤工学会中部支部幹事
- ・ 地盤工学会中部支部企画委員会委員
- ・ 地盤工学会中部支部第一部会委員

- ・ 地盤工学会中部支部第三部会委員
- ・ 地盤工学会中部支部緊急災害調査団

## 講演活動等

- ・ 「How to catch up the ground surface configuration for geo-problem」、同済大学大学院特別講義 (H24.5.28)
- ・ 「いま岐阜大で沢田が関わっていること」(株)地層科学研究所社員総会技術講 (H24.6.1)
- ・ 「UAV(自律航行ヘリコプター)による斜面地形把握」、岐阜大学大学院工学研究科-日本原子力研究開発機構東濃地科学センター研究協力協議会、(H24.6.1)
- ・ 「土岐市下石地区地すべりの調査と対策」他、社団法人斜面防災対策技術協会 地すべり防止工事士技術講習会講師 (H24.7.12)
- ・ 「専門科目：社会と産業、地盤災害と安全な暮らし」放送大学面接授業講師 (H24.7.14～7.15)
- ・ 「土木の授業」北方中学校 出前授業 (H24.7.18)
- ・ 「地すべり地判定講習」岐阜県土砂災害防止法基礎調査(地すべり)研修会講師 (H24.8.8)
- ・ 「斜面の安定問題」全国建設研修センター 講師 (H24.8.23)
- ・ 「今後の公共事業の方向性とMEの必要性」、郡上建設業協会青年会・郡上土木事務所・郡上農林事務所合同意見交換会、特別講演講師 (H24.9.18)
- ・ 「路面下の弱点を探る全自動化した表面波探査システム」イノベーション JAPAN 出展 (H24.9.27～9.28)
- ・ 「写真計測による数量積算の試み」斜面災害防止協会研修会講師 (H24.10.25)
- ・ 「安全・安心な社会のための最新地盤防災技術」中部技術事務所 建設技術フェア 出展 (H24.10.25～10.26)
- ・ 「わかって使うレーザ計測」地盤工学会講習会講師 (H24.10.31)
- ・ 「路面下の弱点を探る全自動化した表面波探査システム」ハイウェイテクノフェア 出展 (H24.11.15～11.16)
- ・ 「揖斐川町で起こりうる災害について」社会福祉法人揖斐川町社会福祉協議会 災害ボランティア研修会講師 (H24.11.17)
- ・ 「地形データから得られること」(一社)可茂建設業協会 技術講習会講師 (H24. 11. 22)
- ・ 「岐阜地区における地盤について」土地家屋調査士会平成 24 年度岐阜支部研修会特別講演 (H24.11.29)
- ・ 「社会基盤メンテナンスエキスパート-人財と技術のネットワークが地域を守る」シンポジウム暮らしの安全と地域再生への挑戦、「みち」がつなぐもの、主旨説明 (H24.11.30)
- ・ 「Large deformation analysis for geo-disasters using continuum and discrete modeling」高雄第 1 技術科学大学、特別講義 (H24.12.11)
- ・ 「社会資本のアセットマネジメントについて～岐阜での取り組み～」全建研修会特別講演講師 (H25.2.6)

- ・ 「地盤変状を表現する数値シミュレーション」 社団法人斜面防災対策技術協会研修会講師 (H25.2.21)
- ・ 「地形データから得られること」 砂防ボランティア協会研修会講師 (H25.2.22)
- ・ 「マップで考えよう、みんなの防災」 防災マップ講習会講師『地図を使った防災活動の重要性』 (H25.2.23)
- ・ 「地盤の挙動を表現する数値シミュレーション」 (株)プロテックエンジニアリング技術講習会講師 (H25.3.2)

## その他

### 新聞

- 2012.04.03 岐阜新聞 かぼちゃクッキー
- 2012.06 建通新聞 GIS総会 (資料なし)
- 2012.07.19 岐阜新聞 北方中学校
- 2012.07.26 建通新聞 関市中央中学校
- 2012.10.09 建設通信新聞 点検装置
- 2012.10.31 建通新聞 木曾川下流
- 2013.01.07 建通新聞 下呂橋梁点検
- 2013.01.08 岐阜新聞 研究室はいま
- 2013.01.15 岐阜新聞 防災マップづくり
- 2013.02.22 岐阜新聞 西濃橋梁点検
- 2013.02.26 建通新聞 西濃橋梁点検

### テレビ

- 2013.02.25 ぎふチャン 防災マップづくり (資料なし)

**氏名： 久世 益充**

### 発表論文

1. 久世益充・杉戸真太, 地域固有の長周期地震動特性を考慮した地震動算定法の検討, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) Vol.169, No.4 地震工学論文集第 32 巻, 2013. (印刷中)

### 学会発表

1. 鵜飼昌寛・久世益充・杉戸真太: 強震継続時間の影響に関する建物被害率の補正について, 土木学会中部支部研究発表会, I-34, 2013.
2. 久世益充・杉戸真太・古本吉倫・富樫奏太: 岐阜大学強震動アレー観測システムにおける地震動増幅特性の考察, 土木学会中部支部研究発表会, I-35, 2013.
3. Ryosuke Uzuoka, Jorge Shimabukuro, Masumitsu Kuse: EFFECT OF INPUT MOTION CHARACTERISTICS ON SEISMIC DEFORMATION OF A RIVER LEVEE, 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, 2013.



4. Masumitsu KUSE, Masata SUGITO and Takumi KONDO:Earthquake motion prediction focusing on long period-spectral characteristics due to the deep ground structure of local region,15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, Paper No.5152, 2012.
5. 杉戸真太・井上公究・久世益充・福島淑人：高速道路の構造種別被害とその長期的影響を考慮した耐震化優先度評価の一考察，土木学会第 67 回年次学術講演会，I-204(CD-ROM)，2012.
6. 久世益充・富樫奏太・杉戸真太・高木博行：岐阜県東濃地域における長周期地震動特性の推定と強震動予測，土木学会第 67 回年次学術講演会，I-242(CD-ROM)，2012.
7. 山口和範・高木博行・石橋健作・杉戸真太・久世益充：中央自動車道橋梁の耐震補強設計における振動特性と地震動の分析，土木学会第 67 回年次学術講演会，I-233(CD-ROM)，2012.
8. 鵜飼昌寛・久世益充・杉戸真太：強震継続時間の影響を考慮した建物被害関数の検討，強震継続時間が長い地震動に対する土木構造物の耐震性シンポジウム概要集，pp.75～78，2012.
9. 久世益充・杉戸真太・大角恒雄・古本吉倫：外力の一指標としての強震継続時間に関する検討，強震継続時間が長い地震動に対する土木構造物の耐震性シンポジウム概要集，pp.139～146，2012.

## 教育活動

- ・担当科目

工学部：土木工学実験Ⅰ，土木工学実験Ⅱ，社会基盤セミナー

- ・指導学生

博士後期課程： 0名（うち，外国人留学生0名）

博士前期課程： 0名（うち，外国人留学生0名）

学部卒業研究： 2名（うち，外国人留学生0名）

研究生： 1名（うち，外国人留学生0名）

## 学協会活動

- ・土木学会 地震工学委員会 委員
- ・地盤工学会中部支部 中部総合地震防災システム研究委員会 委員
- ・神戸の減災研究会 委員

## 講演活動等

- ・「知っているようで知らない地震について」，関ヶ原町成人大学講座，2012.5.22，関ヶ原町中央公民館(関ヶ原町)
- ・「岐阜県域における地盤データの整備と地震動予測事例」日本地質学会中部支部 2012 年年会，2012.6.16，岐阜大学教育学部 B102 教室(岐阜市)
- ・「迫り来る巨大地震と警戒される直下型地震」，各務原市防災ひとつづくり講座，2011.10.21，各

**氏名 : 魏 永芬**

### 発表論文

1. NDVIに基づいた中国西北部五省における植生被覆の時空間変化の解析：李旭譜、張福平、胡猛、魏永芬，乾燥地区農業研究，Vol. 30-5, 180-185, 2012.
2. Behavior of Cesium in Dam Reservoir-Investigation Based on Sediment Columns: Jiefeng Li, Alif Samsey, Wenhan Li, Toshiyuki Kawaguchi, Yongfen Wei, Reni Desmiarti, Fusheng Li, Journal of Water Resource and Protection, 2013, 5, 124-132.

### 学会発表

1. 山岳森林河川水中の粒径別有機物濃度とその季節変化：中鋪美香、加藤慎紹、山田俊郎、李富生、大塚俊之、飯村康夫、川口倫由、魏永芬，2012.
2. Effect of sediment phase bacteria on reservoir water quality: Fusheng LI, Reni DESMIARTI, Jiefeng LI, Yongfen WEI, The 3rd Forum on Studies of the Environment and Public Health Issues in the Asian, 2012.

### 教育活動

- ・担当科目
  - 1) 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，共同セミナー，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 及び環境ソリューション特別演習 II、インターンシップについて、推進室他の教員と分担して担当した。
  - 2) 応用生物科学研究科：物質動態計測特論
- ・指導学生  
M1 : 1 名

### 社会活動

- ・中国蘭州交通大学兼職教授

**氏名 : 吉山 浩平**

### 著書

1. 吉山浩平「湖沼」国立環境研究所編「地球温暖化の辞典」(印刷中)

### 発表論文

1. Sze-Bi Hsu, Chiu-Ju Lin, Chin-Hao Hsieh, and K. Yoshiyama; “Dynamics of phytoplankton communities under photoinhibition.” Bulletin of Mathematical Biology (in press).
2. J.P. Mellard, K. Yoshiyama, C.A. Klausmeier, and E. Litchman; “Experimental test of phytoplankton competition for nutrients and light in poorly mixed water columns.” Ecological

Monographs (2012) 82:239–256.

## 学会発表

1. K. Yoshiyama; “A model of algal mat formation as a moving boundary problem.” 2012 ASLO Aquatic Science Meeting (Otsu, 2012/7/12)
2. 吉山浩平, 川口倫由・魏永芬・李富生; 岐阜大学における組織・分野横断型人材育成事業の実践: 流域水環境リーダー育成プログラム 環境工学フォーラム (京都大学 2012/11/29)
3. 吉山浩平; “水圏生態系の鉛直構造:観測・実験・理論研究例” 第 59 回日本生態学会(龍谷大学,大津,2012/3/20)

## 教育活動

### ・担当科目

応用生物科学研究科：理論生態学特論

流域水環境リーダー育成プログラム：共同セミナー／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 2

### ・指導学生

博士前期課程： 1名（うち、外国人留学生0名）

### ・非常勤講師

国立台湾清華大学理論科学研究センター非常勤講師「Discussion and open problems in phytoplankton ecology」

## 社会活動

- ・ 第 59 日本生態学会において企画集会を開催□
- ・ 2012 ASLO Aquatic Science Meeting において特別セッションを企画・開催

## 学協会活動

- ・ Limnology 誌編集委員
- ・ 論文査読 5 件

## 講演活動等

- ・ 2012/9/27, 岐阜大学-カセサート大学ワークショップにて岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラムを紹介 (Gifu University Rearing Program for Basin Water Environmental Leaders)
- ・ 2012/11/15 日本・インドネシア学長会議分科会にて岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラムを紹介 (Gifu University Rearing Program for Basin Water Environmental Leaders and Indonesian students)

## 受賞

- ・ 共著論文 Yoshimizu et al. (2011) が平成 24 年度日本陸水学会吉村賞を受賞

氏名： 川口 倫由

## 発表論文

1. Denny HELARD, Joni A. FAJRI, Ahmad S. SETIYAWAN, Fusheng LI, Toshiro YAMADA, Akihiro HORIO, Ming HUANG, Toshiyuki KAWAGUCHI : 「Formation and role of bacterial

community in the sediment bed of open channel receiving johkasou effluent: Multivariate statistical analysis interpretation」, 土木学会論文集G (環境), Vol. 68, No. 7, III\_1-11, (2012)

2. Jiefeng Li, Alif Samsey, Wenhan Li, Toshiyuki Kawaguchi, Yongfen Wei, Reni Desmiarti, Fusheng Li : 「Behavior of Cesium in Dam Reservoir- Investigation Based on Sediment Columns」, Journal of Water Resource and Protection, 5, 124-132, (2013)

#### 学会発表

1. Wenhan LI, Jiefeng LI, Alif SAMSEY, Toshiyuki KAWAGUCHI, Fusheng LI : 「Behavior of cesium in drinking water source」, The 3rd Forum on Studies of the Environmental and Public Health Issues in the Asian Mega-cities, Beijing, pp. 40-48, (2012).07.5-6.
2. Wenhan Li, Jiefeng Li, Alif Samsey, Toshiyuki Kawaguchi, Fusheng Li : 「Cesium behavior in a dam reservoir at Fukushima Prefecture」, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, pp. 73-76, Tokyo, December 7-10, (2012)
3. Alif Samsey, Jiefeng Li, Wenhan Li, Toshiyuki Kawaguchi, Fusheng Li : 「Fixation potential of cesium by reservoir sediment-impacts of water temperatures, pH, and EC」, The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference, Tokyo, December 7-10, (2012)
4. Denny Helard, Fusheng Li, Joni A. Fajri, Ahmad S. Setiyawan, Toshiro Yamada, Akihiro Horio, Ming Huang, Toshiyuki Kawaguchi : 「Microbial community in the channel bed receiving effluent from small-scale onsite wastewater treatment facilities」, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 17-18, Gifu University, November 30, (2012)
5. Alif Samsey, Jiefeng Li, Wenhan Li, Toshiyuki Kawaguchi, Fusheng Li : 「Fixation potential of cesium onto reservoir sediment」, Proceedings of International Symposium on Environmental Leaders Training Program, pp. 35-36, Gifu University, November 30, (2012)

#### 教育活動

- ・ 担当科目  
流域水環境リーダー育成プログラム：環境リーダー育成特別演習、共同セミナー、環境ソリューションⅠ、環境ソリューションⅡ、インターンシップ



### (3) 外国人研究員・非常勤研究員実績

#### 平成24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<br>現職・氏名・国籍                                     | 研究課題名  | 全招へい<br>期間                            | 研究活動の概要  |
|--------------|--|--|---------------------------------------|--|
| 水系安全<br>研究部門 | 華南理工大学<br>環境科学及び工程学院<br>准教授<br>フン チュンファー<br>馮 春華<br>中国 | 微生物燃料<br>電池による<br>高濃度窒素<br>含有排水の<br>処理             | 平成24年<br>4月1日<br>～<br>平成24年<br>12月31日 | 高濃度のアンモニア性窒素<br>を含有する埋立地浸出水に<br>対する微生物燃料電池によ<br>る処理実験を行い、硝化と脱<br>窒の速度を評価するととも<br>に、電気エネルギーの生成能<br>力を定量的に評価した。得ら<br>れた成果を国際会議で2回<br>発表した。また、汚水処理の<br>課題と最新の研究動向につ<br>いて、学内関係教員と学生と<br>密に意見を交換し、中国で実<br>施した本学学生のインター<br>ンシップの現場指導も積極<br>的に行った。 |
| 植生資源研<br>究部門 | 高麗大学<br>環境生態工学部<br>教授<br>ソ ヨハン<br>孫 堯丸<br>韓国           | 森林生態系<br>の炭素循環<br>機構の解明<br>ならびに温<br>暖化影響の<br>実験的予測 | 平成25年<br>1月1日<br>～                    | 高山試験地落葉広葉樹林に<br>おける炭素循環要素である<br>樹木光合成と土壌呼吸に対<br>する温暖化影響予測研究の<br>実施ならびにデータ解析方<br>針を明確にするために、文献<br>調査結果および新たな仮説<br>を論じた総説論文の共同執<br>筆を行った。当該論文は<br><b>Journal of Plant Research</b><br>に掲載された。  |



## 平成24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   |
|------|--------------------------------------|--|
| 李文瀚  | 平成24年<br>4月1日<br>～<br>平成25年<br>3月31日 | <p>セシウム其自然水域における挙動について、高度な分析機器を駆動して、水相と底泥相の両相間における同物質の分配特性、拡散特性、底泥質の影響などの着点から詳細に研究を行った。その成果を国際会議と原著論文として公開し、参考価値のあるものとして高い評価を得た。</p> <p>また、専門の化学工学分野の知識を学生への指導協力を通じて学生に習得させ、学生の知識とデータ分析能力の向上に寄与した。</p>   |
| 石黒 泰 | 平成24年<br>5月1日<br>～<br>平成25年<br>3月31日 | <p>野菜および鉢花の養液栽培で問題となっている <i>Pythium aphanidermatum</i>、<i>P. helicoides</i>、<i>P. myriotylum</i> による根腐病の診断法の確立について研究を行っている。</p> <p>本年度は、トマト、ポインセチア生産現場での簡易検出法として植物体-LAMP法、メンブレン-LAMP法、ベイト-LAMP法の実用性を評価し、植物の根からの検出には植物体-LAMP法、土壌からの検出にはベイト-LAMP法、養液からの検出にはメンブレン-LAMP法が適していることを明らかにした。</p> |

## 1. はじめに

高山試験地は、本研究センターの重要研究拠点として研究の推進と支援業務及び施設の維持管理を行っている。中でも平成5年（1993年）以来、1haの面積を有する高山試験林において、観測用櫓を用いた「冷温帯林における炭素循環に関する研究」の推進のための支援を担っている。高山試験林では平成16年（2004年）に採択された21世紀COEプログラム「衛星生態学創生拠点」における業績を軸に、日中韓フォーサイト事業など様々な研究プロジェクトが展開されてきた。今年度も中部山岳地域大学間連携事業や最先端・次世代研究開発プログラム等が実施され、さらなる研究へと展開しつつあるところである。このような状況の中で本高山試験地は、引き続き研究・教育の拠点として、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に力を入れていきたい。

今年度は庁舎地下一階の大・小浴室脱衣所および洗面所に容量の大きな暖房設備（遠赤外線パネルヒーター）が増設され、より快適な滞在が可能となった。また、各休息室等には煙感知式の住宅用火災警報器が設置され、滞在者の安心・安全を確保することができた。さらに庁舎2Fの化学実験室には、ガスクロマトグラフ分析装置をはじめとする各種分析装置・実験機器類が導入され、高山試験地における実験環境が大幅に改善された。

## 2. 高山試験地現地職員の業務について

### 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（選定地の地主了解手続き等を含む）
- ・ 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）
- ・ 高山試験林におけるリタートラップの設置、リターの回収および総量計測（通年）
- ・ 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hands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

以下の講義実習、野外実習の支援（現地事前調査、調査用物品調達、調査補助）

- ・ 岐阜大学応用生物科学研究科（栗屋教授・村岡教授・大塚教授担当）の学生実習
- ・ 産業技術総合研究所：データ集積棟内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

### 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、灯油貯蔵地下タンク、消防設備の定期点検および庁舎周辺の環境整備、冬季の除雪作業）
- ・ 備品などの保守管理（研究用試料調整機器、各種計測機器、乾燥機、共用車（ヴァンガードおよび軽トラックキャリー）、下刈り機、除雪機、チェーンソー、その他電化製品一般）
- ・ 定時気象観測とデータの管理

### 3. その他 関連業務

- ・ 試験地気象データの配信（岐阜大学本校、産業技術総合研究所、早稲田大学）
- ・ 高山試験地植物標本庫関連（植物採集、標本作成、標本登録、標本データ公開）  
登録済み標本：約 3050 点
- ・ 高山郵便局私書箱第 10 号取扱い（郵便配達地域外）
- ・ 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、食事手配、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
- ・ 日影平周辺で組織する「乗鞍高原連絡協議会」への参加（理事）と地域の環境保全奉仕作業への積極的参加
- ・ 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

### 4. 今後の課題

高山試験地の利用者は夏季から秋季に集中しており、それらの利用者は野外の試験林などから多量の土壌や植物体（根やリターなど）サンプルを持ち込むことが多い。採取したこれらのサンプルは高山試験地でその後の処理（選別、洗浄、計量など）を行う必要があるが、庁舎内の主要な作業スペースはすでに綺麗に整備されており、汚れを伴うこのような作業を行うスペースが慢性的に不足している。また、近年になって、利用者によっては冬季においても高山試験地で野外調査やサンプル収集など（それに伴うサンプル処理）を行いたいという要望が出てきている。このような要望に対応するためには、冬期間においても人員の移動や機器の運搬手段を確保することや、冬季においても効率よく採取サンプルの処理を行う場所・環境を整備していく必要があると考えられる。

| 2012 年度<br>利用者数 | 流域圏科学<br>研究センター | 岐阜大学<br>他部局*1 | 学外*2 | 合計    |
|-----------------|-----------------|---------------|------|-------|
| 教員              | 108 13          |               | 61   | 182   |
| 研究員             | 141 2           |               | 55   | 198   |
| 学生              | 174 40          |               | 285  | 499   |
| 詳細不明            |                 |               | 171  | 171   |
| 合計              | 423 55          |               | 572  | 1,050 |

\*1：工学部

\*2：独立行政法人等（農業環境技術研究所、産業技術総合研究所、海洋研究開発機構、NASA など）  
大学等（早稲田大学、京都大学、奈良女子大学、信州大学、筑波大学、天理大学、金沢大学、富山大学、  
横浜国立大学、神戸大学、高麗大学（韓国）、カザン大学（ロシア）など）