

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22310143

研究課題名(和文) 地域との協働と空間モデルによる淡水生態系衰退の複合影響要因と適応策に関する研究

研究課題名(英文) Approaches to climate change adaptation in freshwater ecosystem based on spatial modelling and collaboration with local people: Implication of the combined effects on ecological processes

研究代表者

鷺谷 いづみ (WASHITANI, Izumi)

東京大学・農学生命科学研究科・教授

研究者番号：40191738

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円、(間接経費) 4,350,000円

研究成果の概要(和文)：生物多様性と生態系サービスを維持するための温暖化適応策として、温暖化と複合して作用する要因のうち、地域で操作可能な主要な個別要因を取り除くことによって、個体群や群集が直面しているリスクを効果的に下げられる可能性が考えられる。本研究では、淡水生態系において、複合影響に脆弱と考えられる共生関係にある淡水魚類と二枚貝の個体群の維持機構とそれらの保全指針および魚類相のハビタット再生のための課題を、空間モデルを用いながら明らかにし、地域との協働により管理計画立案のための調査や対策が可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：Climate change and other factors could have the combined effects on biodiversity and ecosystem services. In that case, removing the latter factors that could be achieved by local people and/or government might effectively reduce the risks facing population and community. In this study, we clarified, using spatial modelling, the mechanism of maintaining populations of the bivalves and fishes that exhibit commensalism that is thought to be vulnerable to climate change, and showed the strategy for their conservation. We also characterized the fish habitat, and made the restoration plans in our study area. Finally, the results of our study demonstrated the possibility of such conservation actions by local people.

研究分野：保全生態学

科研費の分科・細目：資源保全学、資源保全学

キーワード：生物多様性保全 生物間相互作用 氾濫原 二枚貝 複合影響 侵略的外来種 氾濫原ハビタット

1. 研究開始当初の背景

(1) 生物多様性と生態系サービスは地球規模でも地域においても急速に喪失しつつある。日本の淡水魚ではレッドリスト掲載種が日本に生息する種の 57.5%にもものぼるなど、淡水生態系はもっとも生物多様性の危機に瀕した生態系である。その原因は、河川とその氾濫原のウエットランドあるいはその代替ハビタットとしての用排水路や水田まで水系における、農地改良を含むさまざまな開発によるハビタットの喪失および質の変化、河川構造物や用排水路の改良工事などによる水系連結の喪失、流域開発にともなう富栄養化などの水質汚染、オオクチバス・ウシガエル・アメリカザリガニなどの侵略的外来種が複合的に悪影響を与えたためであると考えられる。さらに北方系の種は、今後、温暖化の進行によってその衰退にはいっそう拍車がかかると予測され、生物多様性と生態系サービスを維持するための温暖化適応策の立案が喫緊の課題となっている。

生物多様性の要素のうち、複合的な環境影響にもっとも脆弱と考えられるのは、共生関係で結ばれた種である。それらの生物間相互作用は、複合影響を分析・評価し、適応策の有効性を検討するための指標として有用であると思われる。

適応策を考える上での第一原理とするのは、複合影響は多少なりとも相乗の効果をとまうことに鑑み、複合して作用する要因のうち、地域で操作可能な主要な個別要因を取り除くことで、その要因の効果のみならず相互作用による効果の少なくとも一部を取り除くことができ、群集や個体群が直面しているリスクを相当程度引き下げることができるという仮説である。温暖化などの影響を制御することは困難であるが、外来種の除去や新たなハビタットの創出などの要因は、地域と連携することで制御可能であると考えられる。

(2) 本研究では、地理的にも異なる水系間、同一水系内支流間、同一支流内地点間で階層的に配置した多数の調査地点において、魚類相および指標種のデータを収集し、空間生態的な分析を用いて侵略的な外来種の影響や水系間の連結性の効果などを総合的に評価する。魚類を中心とする生物群集を調査対象とするが、二枚貝と魚類の共生関係を特に重視する。タナゴ類(14種中13種が絶滅危惧種)は、ドブガイ・イシガイなどの二枚貝に産卵する珍しい生態をもっている。さらに、二枚貝の稚貝(グロキジウム幼生)は、魚類の鰓に寄生し移動分散する。例えば、カワシソウガイ(絶滅危惧類)の稚貝は、サクラマスなどのサケ科魚類の鰓に寄生する。このような複雑な共生関係について、さらに詳細な分布・生態調査を実施する。

さらに本研究課題では、野外パターンからの抽出のみならず、仮説の検証のため野外実

験を行って検証を試みる。地域と協働することで、研究期間内に特定外来生物ウシガエル(IUCN世界侵略的外来種ワースト100)の排除や魚類相調査・再生の取り組みを実施する。また、地域との協働による淡水魚類のハビタットの再生に向けた、淡水魚類の生物多様性に影響する要因を詳細に検討する。

2. 研究の目的

(1) 淡水生物のなかでも複合的な環境影響に特に高い脆弱性をもつと考えられている淡水魚類およびそれらと共生関係にある二枚貝を指標とし、水系ネットワークの分断化や侵略的外来種などによる影響について空間生態モデルを用いて統合的に評価する。

(2) 地域の多様な主体との協働を通じて、侵略的外来種の除去および魚類相再生の効果を検証する。

(3) 淡水魚類相のハビタットの特徴を明らかにし、その保全・再生に向けた指針をまとめる。

3. 研究の方法

(1) 地理的にも水系連結の分断化や流域開発の程度においても異なる3つの水系、福井県若狭町三方湖流域、岩手県一関市北上川支流の久保川水系と連結するため池群、および北海道渡島半島の黒松内町・寿都町の源流から河口まで河川構造物のほとんどない朱太川水系を調査地とする。特に重点的に調査するのは自然性の高いブナを主体とする落葉樹林帯を源流とし、日本海に注ぐ河口まで河川構造物がなく、現在でも一部ではあるが河川の原生的なあり方を探ることのできる希有な水系である、朱太川水系である。現在では人為的干渉の少ない河川がほとんど失われた日本において、河川の原生的なあり方を探ることができる極めて貴重なフィールドであるが、これまで生態学的、保全生態学的な調査がほとんどなされていない。

(2) 本研究では、以下の3つのサブテーマに取り組む。

三方湖流域および朱太川水系において、淡水魚類と二枚貝との関係について広域調査を実施し、両者の分布を把握するとともに、物理的環境条件を計測する。これらのデータとGISを用いて把握した景観特性データを統合し、空間モデルを用いて分析する。また、魚類の移動分散について、標識再捕獲法を用いて検討する。以上の結果に基づき、保全指針をまとめる。

三方湖流域および久保川水系と連結するため池群において、ウシガエルによる水生生物相への影響を評価するため、ウシガエルおよび水生生物の分布調査を行い、両者の関係を統計モデルを用いて解析する。また、ウシ

ガエルの胃内容物調査を行い、捕食された水生生物を直接観察する。さらに、地域との協働によるウシガエルの除去実験を行い、ウシガエルの捕獲数と水生生物の個体数データとの関係性を分析し、除去の効果を検証する。三方湖流域では、地域との協働による魚類相の調査および再生実験を行い、その有効性を検討する。

朱太川水系を対象として、広域調査を実施し、淡水魚類相の分布と環境条件との関係を統計モデルを用いて分析する。また、この結果と、標本調査および聞き取り調査結果を統合し、ハピタットの再生目標を検討する。さらに、再生目標となるハピタットの条件を現地調査データの分析から検討し、淡水魚類相の保全・再生に向けた指針をまとめる。

4. 研究成果

(1) 淡水魚類およびそれらと共生関係にある二枚貝の分布を決める要因を検討した。福井県三方湖流域では、タナゴ類の1種ヤリタナゴ(準絶滅危惧種)の分布に影響を与える要因を、産卵床である二枚貝のドブガイ・イシガイとの関係性を考慮しながら、空間モデルを用いて分析した。68地点の分布・環境調査と解析の結果、二枚貝が水路延長250m以内に存在する、侵略的外来種ウシガエルがない、水深が浅い場所においてヤリタナゴの出現頻度が高くなった。

北海道朱太川水系では、黒松内町および漁業関係者と協力して、ヤマメに寄生する二枚貝であるカワシンジュガイ(絶滅危惧II類)の分布調査を実施した。解析の結果、本水系では順調に個体群の更新が行われていることと、分布の規定要因として、D0、砂の割合、流速が正に有意な効果をもつことが示された。

また、ヤマメによるカワシンジュガイのグロキジウム幼生の分散パターンを把握するため、ヤマメの標識再捕獲調査(流呈方向の分散パターンの把握)および定置網調査(支流への分散パターンの把握)を行った。その結果、グロキジウム幼生がヤマメへ寄生している間、ヤマメは上流方向へ偏った分散を行っていること、さらにヤマメはより水温の低い支流へ頻繁に分散していることが明らかとなった。

さらに、カワシンジュガイの網羅的分布調査を行った。本川および主要な支流を含むように調査を行い、本川・熱郭川・来馬川の3河川で繁殖に寄与する個体群の分布が認められた。特に本川下流域から中流域にかけては高密度で分布していた。また、カワシンジュガイの分布に影響する要因のひとつとして、洪水時の掃流力(洪水時の河床材料を押し流す力)の調査・計算を行った。その結果、

水理的に安定している河川区間において、カワシンジュガイが多数分布していることが明らかとなった。その他の要因として、上流側の本種の分布範囲と支川数も影響していた。

以上の結果から、共生関係にある淡水魚類と二枚貝の保全のためには、分断などにより両者が同所的に生息することが妨げられていないことが重要であることが確認された。また、朱太川水系に生息するカワシンジュガイにおいては、水流による上下流双方向の移動分散プロセスを保つことが、健全なメタ個体群動態を維持するための条件となっていることが示唆された。そのため、本種の保全においては、流程方向および支川との連結性を維持することがもっとも重要であると考えられる。局所環境としては、河岸近傍の生息環境を維持することも必要である。さらに、ウシガエルのような侵略的外来種が侵入した際は、その対策も必要である。

(2) 生物多様性の高いため池が残存する岩手県久保川流域において、ウシガエルが水生生物相に及ぼす影響を評価した。63地点での調査結果では、ウシガエルが侵入して数年以内のため池でも、未侵入の池に比べて、指標種群としたコウチュウ目の種数が平均4.6種から3.3種へと有意に減少した。この地域では、地域住民が参加する久保川イーハトープ自然再生協議会による自然再生事業が進められており、当年度よりウシガエルの排除が開始された。

実践を兼ねたこの排除実験において、生物多様性の高い110の池でもどり型トラップ550個を設置し、地域と協働で4月~12月の毎週の排除が実施された結果、ウシガエル幼生22607頭、成体1039頭、新成体3332頭が捕獲された。一方、ゲンゴロウ、ガムシなどの中~大型の水生昆虫や在来カエル類(トウキョウダルマガエル、ツチガエル)の池あたりの確認個体数は前年の数倍以上に増加した。ウシガエルの胃内容物からは、ゲンゴロウなどの様々な水生生物が確認され、水生生物に及ぼす影響が示唆された。

さらに、対象とするため池を10か所追加した120の池でトラップ550個を設置し、前年度と同様に、毎週の排除が実施された。その結果、ウシガエル幼生12207頭、成体266頭、成体211頭、新成体2660頭、卵塊1個が捕獲された。中でも、保全上重要な水生生物が残存し侵入の最前線となる地域で集中的に排除を実施した結果、個体群の大幅な縮小が確認された。

排除実験を継続した結果、ウシガエル幼生5140頭、成体260頭、成体157頭、新成体1123頭が捕獲された。3年間の排除実験

の結果をまとめると、集中的に排除を実施した侵入の最前線となる地域では、年度ごとに個体群の大幅な縮小が確認された。その結果、在来トンボ類、水生昆虫類の回復が見られた。

水生生物の指標種としてゲンゴロウ類に対するウシガエルの影響を一般化線形混合モデルを用いて解析した結果、ゲンゴロウ生息量に対して単位排除努力量あたりのウシガエル成体捕獲数の有意な負の効果が認められた。また、面積が 800m²未満の小規模なため池では、当年度の排除努力量が同年秋のウシガエル成体捕獲数に有意な負の効果を示した。

福井県三方湖流域でも、地域住民との共同により、トラップ 22 個を毎週 2 回ずつ用いたウシガエルの排除を開始した。1 年目において、新成体と成体あわせて合計 340 頭を排除した結果、2 年目では、捕獲個体が 20 頭と大幅に減少し、排除の効果の可能性が示唆されている。

以上の結果から、地域との協働による侵入早期からの集中的なウシガエル排除は、ウシガエルの局所個体群の減少および水生生物の個体数回復に効果をもつことが示唆された。

三方湖流域では、漁業・農業関係者、市民など多様な主体との協働によって、シュロを用いたフナの産卵調査および伝統的漁法による湖の生き物調査を実施した。その結果、水田水路に設置したシュロにフナの産卵が確認され、これを水田に導入することによりフナ個体群の再生に有用であることが示された。湖の生き物調査では、記録された魚類 732 個体中 596 個体が侵略的外来種ブルーギルであることが示された。以上の結果は、地域との協働により、魚類相の調査および再生の取り組みの可能性を示唆している。

(3) 北海道朱太川水系の魚類相について、氾濫原湿地を含む多様なハビタットにおいて網羅的に調査したところ、通し回遊魚の存在量が有意に多く、止水環境を利用する魚類の存在量は有意に少ないことが明らかになった。これは、当該水系において流程方向の連結性が健全に保たれている一方で、河川との連結性をもつ小規模な水域が含まれる氾濫原湿地が大規模に喪失していることを反映していると推察された。また、魚類相調査結果に基づき、地域住民の参加型調査に向けた魚類相図鑑を作成した。

博物館標本および魚類相図鑑を用いた聞き取り調査から、過去の朱太川水系の魚類相の再構築を試みたところ、氾濫原湿地の減少にともなう止水性魚類の生息量が急減ある

いは個体群絶滅が支持される結果が得られた。

魚類相図鑑は、黒松内町の 3 つの小中学校の総合学習に活用され、魚類相図鑑を用いたモニタリング手法の可能性が示された。

朱太川水系の一時的水域における魚類群集の解析結果から、その魚類相はネスト構造を示し、下流域の面積が大きく水深の深い水域で種多様性が高いことが明らかとなった。また、指標種分析から、カワヤツメ、スナヤツメ、シマウキゴリの 3 種が一時的水域の指標種として抽出された。

以上の結果から、流程方向の連結性が健全に保たれている河川でも、氾濫原湿地の再生が課題となりうることを示された。調査対象とした朱太川流域においては、止水環境に生息する魚類が利用する一時的水域の再生が必要であり、そのようなハビタットの再生においては、下流域において面積が大きく水深が深い止水域の創出が有効であることが示唆された。そのモニタリングにおいては、カワヤツメ・スナヤツメ・シマウキゴリの 3 種が有用である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 17 件)

Terui A, Y. Miyazaki, A. Yoshioka, T. Kadoya, F. Jopp and I. Washitani. Dispersal of Larvae of *Margaritifera laevis* by its host fish. *Freshwater Science*, 査読有, 13, 2014, 112-123

松本齊、石井潤、大谷雅人、鷲谷いづみ、樹冠サイズを指標とした保全上重要な森林域の抽出手法の開発：北限域ブナ二次林への適用、保全生態学研究、査読有、印刷中、2014

宮崎佑介、照井慧、吉岡明良、海部健三、鷲谷いづみ、朱太川水系氾濫原の小規模な一時的水域の魚類相：種多様性の要因と保全・再生への示唆、保全生態学研究、査読有、18、2013、55-68

Miyazaki, Y., A. Terui, H. Senou, and I. Washitani. Illustrated checklist of fishes from the Shubuto River System, southern Hokkaido, Japan. *Check List*, 査読有, 9, 2013, 63-72.

Ishii, J. and I. Washitani. Early detection of the invasive alien plant *Solidago altissima* in moist tall grassland using hyperspectral imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 査読有, 34, 2013, 5926-5936

西原昇吾、水生昆虫の保全：この 10 年の成果と今後への課題、昆虫と自然、査読無、4月号、2013、20 - 23

宮崎佑介、吉岡明良、鷲谷いづみ、博物

館標本と聞き取り調査によって朱太川水系の過去の魚類相を再構築する試み、保全生態学研究、査読有、17、2012、235-244

西原昇吾、野外実験による水生動物群集解析と保全への適用、日本生態学会誌、査読有、62、2012、179-186

西原昇吾、ウシガエルの排除により在来の水生昆虫やカエルが増加、自然保護、査読無、529、2012、16

Matsuzaki SS, N. Takamura, K. Arayama, A. Tominaga, J. Iwasaki and I. Washitani. Potential impacts of non-native channel catfish on commercially important species in a Japanese lake, as inferred from long-term monitoring data, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 査読有, 21, 2011, 348-358

Matsuzaki, S.S., A. Terui, K. Kodama, M. Tada, T. Yoshida and I. Washitani. Influence of connectivity, habitat quality and invasive species on egg and larval distributions and local abundance of crucian carp in Japanese agricultural landscapes, Biological Conservation, 査読有, 144, 2011, 2081-2097

松崎慎一郎、児玉晃治、照井 慧、武島弘彦、佐藤専寿、富永 修、前田英章、多田雅充、鷺谷いづみ、吉田丈人、モニタリングデータと生態的特性から探る福井県三方湖流域の純淡水魚類相の変化とその要因、保全生態学研究、査読有、16、2011、205-212

照井慧、宮崎祐介、松崎慎一郎、鷺谷いづみ、北海道朱太川系におけるカワシンジュガイ個体群の現況と局所密度に影響する要因保全生態学研究、査読有、16、2011、149-157

宮崎祐介、照井慧、久保優、畑井信男、高橋興世、斎藤均、鷺谷いづみ、北海道朱太川系における魚類相とその保全生態学的評価保全生態学研究、査読有、16、2011、213-219

Terui A, Matsuzaki SS, Kodama K, Tada M, Washitani I. Factors affecting the local occurrence of the near-threatened bitterling (*Tanakia lanceolata*) in agricultural canal networks: strong attachment to its potential host mussels, Hydrobiologia, 査読有, 675, 2011, 19-28

鷺谷いづみ、自然の回復と再生の視点から学術の動向、査読無、12月号、2011、79-81

松崎慎一郎、児玉晃治、武島弘彦、照井慧、増井増一、吉田丈人、鷺谷いづみ、ラムサール条約登録湿地三方湖におけるブルーギルの侵入・定着、魚類学雑誌、

査読有、51、2010、87-89

[学会発表](計20件)

Terui, A., Y. Miyazaki, A. Yoshioka, T. Kadoya, S.S. Matsuzaki, K. Kaifu, I. Washitani. Riverine metapopulation dynamics of freshwater pearl mussel mediated by biotic and abiotic vectors, Ecological Society of Japan 2014年3月14-18日, Hiroshima, Japan

西原昇吾、佐藤良平、須田真一、千坂峻峰、鷺谷いづみ、生物多様性の高いため池群に侵入した侵略的外来種ウシガエルの排除による水生生物の回復過程、日本生態学会第61回大会、2014年3月14-18日、広島

西山裕、西原昇吾、須田真一、鷺谷いづみ、在来大型ゲンゴロウ類保全のためのウシガエル侵入リスクマップ、日本生態学会第61回大会、2014年3月14-18日、広島

Terui, A., Y. Miyazaki, A. Yoshioka, T. Kadoya, F. Jopp, I. Washitani. Biased dispersal of larvae of Margaritifera laevis by its host fish, 43th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria, and Switzerland, 2013年9月8-12日, Potsdam, Germany

Miyazaki, Y., A. Terui, A. Yoshioka and I. Washitani. A restoration and conservation agenda for the fishes of the Shubuto River System, 26th International Congress for Conservation Biology, 2013年7月21-25日, Baltimore, USA

Miyazaki, Y., A. Yoshioka and I. Washitani. Attempt to reconstruct the past fish fauna of the Shubuto River System, SW Hokkaido, Japan using museum specimens and interviews, 9th Indo-Pacific Fish Conference, 2013年6月24-28日, Okinawa, Japan

Terui, A., Y. Miyazaki, A. Yoshioka, T. Kadoya, F. Jopp, I. Washitani. Asymmetric dispersal of larvae of Margaritifera laevis by its host fish, Society for Freshwater Science, 2013年5月18-23日, Florida, USA

照井慧、宮崎祐介、吉岡明良、角谷拓、鷺谷いづみ、ヤマメによるカワシンジュガイ幼生の分散：上流側への偏りと支流への移動、第60回日本生態学会、2013年3月7日、静岡(静岡県)

宮崎祐介、吉岡明良、鷺谷いづみ、博物館標本と聞き取り調査によって朱太川水系の過去の魚類相を再構築する試み第60回日本生態学会、2013年3月7日、静岡(静岡県)

西原昇吾、佐藤良平、須田真一、千坂峻

峰、鷺谷いづみ、生物多様性の高いため池群に侵入した侵略的外来種ウシガエル個体群に対する排除の効果、第60回日本生態学会、2013年3月7日、静岡(静岡県)

西山裕、西原昇吾、須田真一、鷺谷いづみ、侵略的外来種ウシガエル *Rana catesbeiana* が在来大型水生甲虫に与える影響、第60回日本生態学会、2013年3月6日、静岡(静岡県)

Terui A, Miyazaki Y, Yoshioka A, Kaifu K, Matsuzaki SS, Washitani I. A metapopulation of *Margaritifera laevis* consisting of heterotypical subpopulations connected by opposite directional dispersals, Society for Freshwater Science, May 22, 2012, Kentucky, US

西原昇吾、佐藤良平、須田真一、千坂峻峰・鷺谷いづみ、生物多様性の高いため池群に侵入した侵略的外来種ウシガエルの排除が水生生物に及ぼす効果、第59回日本生態学会、2012年3月21日、大津(滋賀県)

Terui A., Miyazaki Y., Yoshioka A., Kaifu K., Matsuzaki SS and Washitani I. Spatial evaluation of a life-stage structured metapopulation of endangered freshwater pearl mussel in dendritic network, The Fifth Scientific Congress of East Asian Federation of Ecological Societies, March 19, 2012, Otsu, Shiga Pref. Miyazaki, Y., Terui, A., Yoshioka, A. and Washitani, I. Evaluation of temporal lentic fish habitats in Shubuto River floodplains, Hokkaido, northern Japan, The Fifth Scientific Congress of East Asian Federation of Ecological Societies, March 19, 2012, Otsu, Shiga Pref.

Terui, A., Matsuzaki, S.S., Kodama, K., Tada, M. and Washitani, I. Factors affecting the local occurrence of the near-threatened bitterling (*Tanakia lanceolata*): strong attachment to its potential host mussels, 5th International Congress for Conservation Biology, December 8, 2011, Auckland, New Zealand

西原昇吾、須田真一、鷺谷いづみ、生物多様性の高いため池群の水生生物に対する侵略的外来種ウシガエルの影響日本生態学会、2011年3月8-12日、札幌コベンションセンター(北海道)

宮崎佑介、照井慧、鷺谷いづみ、河川横断構造物のない朱太川水系における魚類群集と空間分布、日本生態学会、2011年3月8-12日、札幌コベンションセンター(北海道)

照井慧、宮崎佑介、松崎慎一郎、鷺谷いづみ、健全なカワシンジュガイ個体群と生息適地の解明、日本生態学会、2011年3月8-12日、札幌コベンションセンター(北海道)

松崎慎一郎、児玉晃治、照井慧、武島弘彦、佐藤専寿、富永修、前田英章、多田雅光、鷺谷いづみ、吉田丈人、モニタリングデータと生態学的特性から探るラムサール条約湿地三方湖の淡水魚類相の変化日本生態学会、2011年3月8-12日、札幌コベンションセンター(北海道)

〔図書〕(計2件)

鷺谷いづみ、(財)森林文化協会、コモンの進化生態学的起源と「さとやま」、「森林環境2013」、2013、8

鷺谷いづみ、(財)日本学術協力財団、保全生態学の挑戦 - さとやま・久保川イートープでの自然再生. 地球社会の環境ビジョン - これからの環境学 -、日学新書3、2013、12

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.coneco.es.a.u-tokyo.ac.jp/>

(鷺谷いづみ)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鷺谷いづみ (WASHITANI, Izumi)
東京大学・農学生命科学研究科・教授
研究者番号：40191738

(2) 研究分担者

石井 潤 (ISHII, Jun)
東京大学・農学生命科学研究科・特任助教
研究者番号：30420227

(3) 連携研究者

西原 昇吾 (NISHIHARA, Shogo)
東京大学・農学生命科学研究科・特任研究員
研究者番号：90569625