

平成21年 5月 7日現在

研究種目：基盤研究 (B)
研究期間：2006～2008
課題番号：18401034
研究課題名 (和文) ケニア中央部における定着農耕民の生計戦略と地域システムに関する環境地理学的研究
研究課題名 (英文) An Environmental-Geographical Approach to Livelihood strategies and Regional System of Sedentary Farmers in Central Kenya
研究代表者 上田 元 (UEDA GEN) 東北大学・大学院環境科学研究科・准教授 研究者番号：10241514

研究成果の概要：

ケニア中央部農民の貧困度は、彼らが干ばつや経済的変動などのリスクに直面した際に資産・活動を代替・補完する能力に左右される。そこで、この能力の具体的表れである作物・家畜の品種選択歴および森林資源調達先の利用バランスと、彼らの生計戦略および年間純所得額との関連を分析した。そして、集落間、農村ー都市間の相互依存システムが資源・活動代替能力を支える程度について考察し、また農民生計の基盤である耕地の地形変化、とくに土壤侵食・移動のメカニズムと時間スケールに地域差があることを明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2007年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	8,200,000	2,460,000	10,660,000

研究分野：人文地理学

科研費の分科・細目：人文地理学・人文地理学

キーワード：生計戦略、農村、地域システム、地形変化、土壤侵食、土地被覆、ケニア

1. 研究開始当初の背景

本研究課題では、異論も少なくない「貧困と環境破壊の悪循環」論をより精密に検証しようとする研究動向を独自に発展させるべく、土壤侵食の危険性を抱える山地斜面地域を舞台として、ケニア中央部の定着農耕民の生計戦略を条件づける地域システムに注目しようとした。また、本研究は、人文地理学に始まる欧米のポリティカル・エコロジー論等が学際的に進めてきた貧困と地域環境利用の関係論に対して、地域システムと地形条件の地域性の観点から接近するところに特

色と独創性を求めようとしたものである。

貧困とは単なる低収入ではなく、より広く資産・活動代替能力の低さ（利用できる資産と行いうる活動の種類・少なさ）の問題である。代替能力の低下は限られた資源への依存度を高めてその過剰利用を招きうるが、こうした因果の存否は農民生計戦略の分析から明らかにすべきである。本研究課題では、この枠組に、実現可能な生計戦略の幅は場所間関係の地域システムと耕地における地形変化プロセスに左右される、という観点を導入しようとした。両者とも生計戦略のあり方に

とって重要であるにも拘らず、研究が不足しているからである。

(1) 人口増加と土地不足に直面した熱帯アフリカの定着農耕民の生計戦略として、階段畑造成や有畜農業などの在来型の農業集約化への、そして生活拠点の空間的分散などを通じた生計多様化への関心が高まっており、東アフリカでも地理学者を中心としたグループや学際的な農業経済学者が研究を行っている。本研究課題の特色は、こうした東アフリカ研究の潮流にも沿いつつ、集落群システムが農業集約化・生計多様化を支えるメカニズム、それらが地域的に波及し各所での生計戦略のあり方を規定するメカニズムを、新たに解明しようとするところにあった。東アフリカにおいては、さらに1990年代以降、経済自由化による市場機会の拡大や農業投入財の価格高騰などによって増した現金需要に対処するために、農産物の迅速現金化戦略を採用する農民が増えており、本研究ではこの戦略と地域システムの関連にも注目しようとした。

(2) ケニアの山地斜面地域については、標高差がもたらす多様な環境を結びつけて農業集約化を実現したカンバ社会の集落群システムについてマクロな報告がある。しかし、こうした地域システムの実態と意義については、システムを生み出し動かしている人々の貧困の程度が分かるレベルでの考察が不足している。他方、人に絞り込んだミクロな研究は、個別生計が地域システムの制約内で展開されている側面を見落としがちである。本研究で扱うアバーデア山地斜面のキクユ人集落群については、文化人類学者が親族ネットワークを通して集落間に人、モノ、カネを循環させるリスク分散的な生計多様化戦略の存在を指摘しているが、そこには地域システムが彼らの活動を制約する条件として働く過程への考察が欠けている。本研究は、このようにマクロとミクロに分裂している研究方向を統合し、対象地域における農業集約化と生計多様化の実態をより適切に解明しつつ、生計戦略のあり方、ひいては資産・活動代替能力の程度を吟味しようとするところに独創性を求めようとした。

(3) 地域システムへの注目とは、狭義の貧困概念による一集落に閉じた農民層分解論の問題点を克服することにもつながる。農民の移動性が高いとされる東アフリカにおいて、移住が集落間に張りめぐらすネットワークが人々の資産・活動代替能力を左右しうることを見逃しがちな単一集落調査のマイナス面を克服することも、研究動機の一つであった。

(4) 山地斜面地域においては、耕地の地形的条件のために、資産・活動代替能力と地域環境利用が単純な悪循環を構成するとは限らず、斜面の構造・プロセスの地域性に十分留意する必要がある。本研究はこれを踏まえて、地域システムが広がっている斜面の地形変化プロセスとその地域性を解明し、それを生計戦略に影響する主要因の一つと考えた。ただし、環境利用と地形変化の関連は中期的モニタリングを行いながら明らかにすべきことであり、まずはそのモニタリングを始めることが必要であると考えた。

2. 研究の目的

以上の背景・動機のもと、本研究では、人口増加・土地不足を経験している定着農耕社会における地域システムと地形条件の地域性が、各集落・農民各層の生計戦略を、とくに農業集約化と生計多様化のあり方を規定している実態を検討することを目的とした。そして、その実態を踏まえ、「貧困と環境破壊の悪循環」論の当否をより妥当なかたちで考察するための一視点を提供しようとした。そのために、ケニア・アバーデア山地北東斜面に広がるキクユ人の集落群システムを事例としてとりあげ、とくに以下を具体的課題とした。

(1) 人口移動が形成した社会的ネットワークと定期市・交通網によって成り立つ集落群システムの姿を描き、それが各集落での農業集約化・生計多様化と各世帯の生計戦略のあり方を規定するメカニズムを解明し、集落群システムが農民各層の資産・活動代替能力をいかに条件づけ、左右するのを見極める。

(2) 耕地における土壌侵食を含む地形変化プロセスとその地域性を解明するとともに、それを農民の土地利用と生計戦略のあり方を規定する一要因と位置づけて考察する（ただし、環境利用と地形変化の関連については中期的モニタリングを踏まえるべきであり、本研究では結論づけを急がない）。

本研究では、中期的モニタリングが必要である地形変化プロセスという申請時における研究項目だけでなく、生計戦略を規定する環境的要因として、農民の干ばつイベントや経済的変動への対処・適応、および森林資源の薪炭材としての利用にともなう森林環境の変化を加えて調査・分析することとした。

3. 研究の方法

(1) 集落群システムと生計戦略

①アバーデア山脈北東斜面において、人口移動が形成し、社会的ネットワークや定期市・

交通システムによって支えられた集落群システムが各集落・各世帯での農業集約化・生計多様化を進める上で果たしている役割を見極めるのに適切なモノの流れを特定した。主な調査・分析対象としたのは、耕種農業の対象となる作物各品種の種子等、家畜品種、そして薪炭材となる森林資源である。

②対象地域の森林近傍村から山腹の一村、山麓の二村を選び、農家世帯生計が採用している生計戦略の実態（年間所得構成評価、農外就労の比重、森林資源利用実態、森林資源調達先の利用バランスなど）、および作物・家畜の品種選択行動と外生的ショック（経済自由化に関連する社会経済的変動と少雨・多雨）の関係に関する調査を行った。とくに平常時、および少雨・多雨・冷害などの非常時における集落間の相互依存関係（食料調達、薪炭材調達、放牧地確保など）と、非常時に向けての対処・適応行動としての作物・家畜の品種選択に注目しつつ、個別農民世帯における集約化・多様化の現状を把握した。

③その上で、採用された作物・家畜品種および森林資源の選択・代替可能性が、農民各層の農業集約化・生計多様化を実現し、生計戦略の幅を広げ、資産・活動代替能力を高める程度、これらのモノを集落群システムが供給する程度（個別生計にとっての集落群システムの意義）、そして農業集約化と生計多様化が地域的に波及する過程について考察した。これには農村－都市間の相互依存システムを含めて考え、また経済自由化後に農民が採用し始めた想定される迅速現金化のような新たな戦略の地域差に留意しつつ、生計戦略が集落群システムによっていかに支えられているかを検討した。

(2) 植生被覆・地形変化プロセスの分析

①アバーデア山地北東斜面の衛星データを取得して植生被覆の変化を対象地域全体にわたって検出し、農業的環境利用、森林資源利用、そして斜面の地形変化プロセスに関する現地調査の基礎資料とした。

②対象地域斜面の地形変化プロセスの概要を広域的に観察するとともに、いくつかの定点を選んで、モニタリングを開始した。土砂移動が発現する雨季における、各降雨イベントの降雨強度とこれに対応する土壌水分変化過程を土層深度ごとに明らかにするために、転倒ます型自記雨量計、土壌水分計、およびデータロガーを設置した。また、具体的な地形変化速度を把握すべく、顕著な地形変化が想定される箇所において経年的な地形測量を開始した。シートウォッシュの発生が認められる地域では、堆積物に関する表層地

質調査、各種観測を行うと共に、発生開始に至る環境変動を把握するために、炭素窒素含量および同安定同位体比の計測、放射性炭素年代測定に適する試料採取地点を選定し、試料を採取・分析した。合わせて、採取した土壌の物理的特性を明らかにするために、各種の測定・試験等を実施した。

③また、植生被覆変化、生計戦略と農業的環境利用、斜面の地形変化プロセスに関して知見をえるとともに、とくに環境利用と土壌侵食等の関連が疑われる事例について調査を進め、農民の資産・活動代替能力と地域環境利用の関連を予察した。

4. 研究成果

(1) 集落群システムと生計戦略

①ケニア中央部アバーデア山地北東斜面に展開する集落群のなかから、アバーデア森林保護区に隣接する上部村と、南ライキピア森林保護区南部区域に隣接する下部村を、それぞれ1つずつ選択して農家世帯標本調査を実施し、農耕・森林資源利用を含む生計の基礎情報を収集するとともに、農業、牧畜、非農業活動、農外活動、林業の5つの部門別に対象世帯の年間純所得を評価した。そして、それらの生計オプションの組み合わせ方（全体に占める各部門の構成比）を生計戦略と考え、それをクラスター分析により類型化するとともに、それらを年間純所得の多寡により区分した各世帯の階層とクロスして集計し、生計戦略と社会経済的階層との関連を明らかにした。

②農家世帯の資産・活動代替能力の一つの現れであり、かつ干ばつや経済的変動などの外生的ショックへの対処・適応戦略である「作物・家畜の品種選択行動」に注目し、対象地域における2つの事例村世帯の作物・家畜の品種選択と各種の外生的危機への対処経験に関する長期間データを収集した。その結果、まず、意思決定の基礎的な要因が複数あることが明らかになった。すなわち、地理的、経済的、政治的、社会・文化的、作物学的という5つの要因グループである。また、平常時および外生的ショックの非常時における集落間の相互依存の地域システムが、生計多様化・生計安全保障（食料調達、薪炭材調達、放牧地確保など）にとって重要なことを見出した。さらに、品種選択において農産物マーケティングの地域システムが果たす役割、すなわち集落群システムやそれを結ぶ社会的ネットワークが品種・市場情報の提供などにおいて果たす役割について検討した。そして、成果の一部を「ケニア中央部における経済的变化・農業気候的イベントと小農民の生計安全保障評価」（Kauti 2009）にまとめた。

この作物・家畜の品種選択行動の分析・吟味については、農民の品種特性知覚データの収集・分析が必要不可欠であるため、本研究の最終段階においてその聞き取り調査による収集を完了した。この情報を加えながら、各世帯の品種選択歴をシークエンス・アライメント手法により分析し、各農家の品種選択歴を類似したものごとに分類し、えられた品種選択歴の類型と生計戦略・階層との関連について予備的分析を行い、各農家の資産・活動代替能力を左右する社会経済的、農業生態的要因について考察した。

③各農家の資産・活動代替能力の実態を検討するもう一つの切り口として、薪炭材調達の際に森林保護区と自己所有林地とをどのように使い分けているのか、すなわち「森林資源の調達先の利用バランス」に注目した。その結果、まず、より商業的な農業経営を行っている世帯では、農繁期に雇い入れる農業労働者の賄い食を調理するために薪材採取頻度が高い傾向にあること、そして、薪材採取に時間を割くことが難しくなる農繁期には自己所有地の森林資源の利用に傾斜し、農閑期には森林保護区の資源に依存する傾向にあり、森林資源調達先の利用バランスが季節的に変化している実態が判明した。また、自己所有地でのいわゆるファーム・フォレストリー（農地林業）経営は、干ばつへの対処策・リスク回避策となり、非常時の補助収入源の役割を果たす重要なものだが、耕種農業・畜産部門との土地・時間・労働力配分上の競合問題を抱えていることが明らかとなった（多田 2008）。

④南ライキピア森林保護区北部区域の近傍農村を3つ目の事例として加え、そこでの薪炭材採取行動と製炭実態を調査し、森林保護区を利用した生計戦略の実態と、木炭生産とその向都流通の地域システムを把握した。これらを通して、農村間の、さらには農村-都市間の相互依存システムが農業集約化・生計多様化を進める上で果たしている役割を見極めた。とくに、レジティマシーをもつものの、非正規なかたちで行われている森林保護区からの薪炭材採取の時空間行動（GPS/GISによる採取行動の把握と分析）、自家消費用採取と製炭販売用採取にみられる樹種構成の違いの計量的把握、採取に際しての在来知（薪炭材採取後の樹木の萌芽更新に関する経験知）の特徴把握を行った。また、森林保護区内での萌芽更新樹種の無作為抽出標本の統計解析（多重比較検定）を行い、それらが保護区内に広範に生育し、かつ広く利用されている実態を明らかにした。そして、自家消費用薪材採取だけでなく、製炭販売用採取は干ばつに見舞われやすい条件下で生計安

全保障を実現するための重要な活動であり、農民の資産・活動代替能力を高めるものとなっていることを明らかにした。さらに、この製炭活動を支える木炭生産・流通の地域システムの実態把握を試み、とくに農村-都市間の地域システムがこの活動を成立させる仕組みとして働いていることを把握した。これらの成果の一部をヒューマン・エコロジーの国際学会で報告し、タンザニアで別途行っている研究から得た知見とともに上田（2008, 2009）にまとめた。

(2) 植生被覆・地形変化プロセスの分析

①研究対象地域の衛星データ、および現地で行った地表検証の結果を用いて、オブジェクト・ベースの土地被覆分類を行い、土地被覆・利用の全体像をつかみ、1960年代初頭から2006年までの植生被覆変化（森林の破壊と叢林化）を検出することによって、近傍農村住民による森林利用の実態（建材皆伐と薪炭材採取）を大局的に把握した。これによって、とくに破壊が著しい森林保護区域を特定して、それに隣接する集落を(1)④で述べたように第3の事例村として選び、萌芽更新による村民の薪材利用の実態を視察した。

②農民生計の基盤をなす耕地の地形変化プロセスについては、まず対象地域山腹の亜熱帯性高地において、主として土砂移動の発現する雨季における降雨強度とこれに対応する土壌水分量変化とに関する観測データを取得し、また具体的な地形変化速度を明らかにするための経年地形測量を行った。併せて年間降水量の大きいアバーデア山地東部地域の観測データの充実を図るべく、本地域に土壌水分量観測地点を新たに設置した。また、同地域における斜面物質移動プロセス解明に関する現地調査・年代測定試料分析を行った結果、当地域では表層崩壊等による斜面更新においてほぼ 10^2 年程度、大規模ガリー形成において $10^1 \sim 10^2$ 年程度の時間スケールでの斜面物質移動が生じている可能性が明らかとなった。

他方、対象地域山麓の半乾燥地域においては、シートウォッシュ堆積物に関する表層地質調査・年代測定試料分析を継続させ、当地域では約2.7~1.9 kaにかけての時期にシートウォッシュ強度が増し、その後の静穏期を挟み約0.6 kaから現在にかけてシートウォッシュ強度が再び増し、根萌芽による更新によるEuclea属等の根系に保護された小丘斜面が形成されたことが明らかとなった。すなわち、当地域の斜面更新の時間スケールは $10^2 \sim 10^3$ 年程度と考えられ、隣接する亜熱帯性高地地域に比べ、時間オーダーや斜面プロセスそのものに差異がある。このことが両地域の斜面後退速度の違いに大きく寄与している

と考えられる。このように、農民による環境利用の基底をなす地形変化プロセスについて、地域性を見出すことができた。

④本研究でとくに注目した作物・家畜の品種、そして薪炭材となる森林資源が、それぞれ地形変化プロセスとどのように関連するののかについて、予察を行った。その結果、対象地域の農民による作物・家畜品種の選択行動は、経済的変動や干ばつなどへの対処・適応の側面を強く示しており、耕地の地形条件および地形変化プロセスを直接に意識して行われるものではない可能性が明らかとなった。また、森林資源については、その主な調達先である森林保護区内のカテナを含む微地形条件と有用樹種の分布とがある程度対応する場合のあることが明らかとなり、森林資源利用の集中しやすい地形条件を備える場所に対する保全の必要性などに関する知見を得ることができた。

(3) 総括および今後の課題

本研究によって、①作物・家畜の品種選択行動と森林資源調達先の利用バランスに注目しながら生計戦略を分析することを通して、農民各層の資産・活動代替能力をより適切に把握できることが明らかとなり、②農村間、農村-都市間の地域システムが農民の資産・活動代替能力、ひいては農業集約化・生計多様化を支える程度について見極めることが可能となり、また、③品種選択と森林資源利用が干ばつ等の環境要因への対処・適応の側面をもっており、これらに注目しながら農民の資産・活動代替能力を環境要因と関連させながら分析し、「貧困と環境破壊の悪循環」の当否についてより適切に判断できる見通しをえた。この点については、対象地域の地形変化プロセスについて判明した地域性を念頭におきつつ判断するためのモニタリングを開始・継続することができた。

ケニアを含む東アフリカにおいては、人口稠密な在来農村地域と新開半乾燥地域の両方において農業的環境利用をいかに制御して人々の生計を維持・改善していくかが重要な学術的・実務的課題となっている。この研究から得られた知見は、農村開発戦略を策定・評価する援助実務に対して大きな貢献をなすと考える。集落を結ぶ地域システムをマクロに設計するのであれば、個別集落の農民レベルでミクロに政策立案するのであれば、農村開発においてはマクロとミクロの相互関係を理解することによって初めて、地域農民の貧困・環境問題を緩和・解消する確かな見通しを得ることができるからである。

今後は、すでに収集済みの作物・家畜の品種選択行動履歴データに対するシークエンス・アラインメント分析を引き続き行い、え

られた選択行動類型を生計戦略・純所得階層とクロスして集計し、結果を吟味して、農家の資産・活動代替能力と生計戦略の関連についての考察を深める予定である。また、農民の生計戦略が逆に地域システムを変容させる可能性、すなわち人間活動と地域システムの相互作用の実態、そして地形変化プロセスと農民の資産・活動代替能力の関連については、中期的視点をもって今後とも検討する余地が残っており、これを将来の課題としたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

1. Kauti, M. K., Rural Livelihood Security Assessment for Smallholders Undergoing Economic Changes and Agro-Climatic Events in Central Kenya. *Working Paper on Socio-Ecological Resilience Series*, 査読あり, No. 2009-007. Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Inter-University Research Institute Corporation, National Institutes for the Humanities, 2009, Kyoto, 1~41p.

[学会発表] (計15件)

1. 上田 元, 東アフリカ農村における経済自由化と自然資源管理, 人文地理学会大会特別研究発表, 2008年11月8日, 筑波大学。
2. UEDA, G., Smallholders' Forest Use and Coppice Regeneration in Central Kenya, the XVth International Conference of the Society for Human Ecology, September 10-13, 2008, Bellingham, Washington, U.S.A.
3. Kauti, M. K., Coping and Adaptation Processes under Economic Liberalization and Agro-ecologic Changes by Smallholders in Central Kenya, Invited Paper presented at Research Institute for Humanity and Nature (RIHN) Resilience Workshop, 28/June/2008, Kyoto University.
4. 上田 元, 東アフリカにおける参加型森林管理の制度と現状, 日本アフリカ学会第45回学術大会, 2008年5月24日, 龍谷大学。
5. 大月義徳・佐々木明彦, 中央ケニア, 亜熱帯性高地における斜面の物質移動. 東北地理学会 2008年春季大会, 2008年5月17日, 仙台(宮城大学)。
6. 佐々木明彦・大月義徳, 中央ケニア, Laikipia平原における小丘斜面の形成と

- 地形環境 (続報). 東北地理学会 2008 年春季大会, 2008 年 5 月 17 日, 仙台 (宮城大学)。
7. Kauti, M. K., Coping and Adaptation Processes under Economic Liberalization and Agro-ecologic Changes by Smallholders in Central Kenya, 東北地理学会 2008 年度春季学術大会, 2008 年 5 月 17 日, 宮城大学。
 8. Kauti, M. K., Household Livelihood Strategies of Smallholders, Central Kenya: The Case of Kabendera and Kiambogo Settlements, Nyeri District, 東北地理学会 2007 年度秋季学術大会, 2007 年 10 月 20 日, 福島大学。
 9. 多田忠義, ケニア中央部における小農のファームフォレストリー経営, 東北地理学会 2007 年度秋季学術大会, 2007 年 10 月 20 日, 福島大学。
 10. 大月義徳・佐々木明彦・松林 武, ケニア中央高地, Laikipia 平原における地表環境 -1. 土壌・堆積物特性と斜面プロセスの変化, 東北地理学会 2007 年秋季大会, 2007 年 10 月 20 日, 福島 (福島大学)。
 11. 佐々木明彦・大月義徳, ケニア中央高地, Laikipia 平原における地表環境 -2. 小丘斜面における樹木立地と微地形環境, 東北地理学会 2007 年秋季大会, 2007 年 10 月 20 日, 福島 (福島大学)。
 12. UEDA, G., Forest Resource Use of Rural Households in the Changing Institutional Context: Some Cases from East African Countries. The XVth International Conference of the Society for Human Ecology, Local Populations and Diversity in a Changing World, October 4-7, 2007, Rio de Janeiro, Brazil.
 13. 上田 元, ケニア・アバーデア山地北東麓における人口増加と土地利用変化, 日本アフリカ学会第 44 回学術大会, 2007 年 5 月 27 日, 長崎ブリックホール。
 14. 大月義徳・佐々木明彦・松林 武, 中央ケニア, 熱帯性高地および半乾燥農業地域における斜面プロセス, 東北地理学会 2006 年秋季大会, 2006 年 10 月 7 日, 新潟 (新潟国際情報大学)。
 15. OTSUKI, Y., SASAKI, A., and MATSUBAYASHI, T., Slope processes predominating in two agricultural areas in the tropical highland and semi-arid region, central Kenya, Highland 2006 symposium on environmental change, geomorphic processes, land degradation and rehabilitation in tropical and subtropical highlands, 19 September, 2006, Mekelle (Univ. of Mekelle), Ethiopia.
- [図書] (計 2 件)
1. 上田 元, 東アフリカ農村における森林資源管理と生計安全保障—タンザニアとケニアの参加制度型制度の事例分析, アジア経済研究所・研究双書, 査読あり, 2009 年, 第 4 章として掲載決定 (掲載ページ未定)。
 2. 上田 元, 東・南部アフリカにおける参加型自然資源管理と住民組織, 児玉由佳編『アフリカ農村の住民組織と「市民社会」』, アジア経済研究所, 査読なし, 2008 年, 60-95 ページ。
- [その他]
1. 多田忠義, ケニア中央部における小農の森林資源利用と生計戦略. 修士論文, 東北大学大学院環境科学研究科, 2008 年。
 2. OTSUKI, Y., SASAKI, A. and MATSUBAYASHI, T., Slope Processes Predominating in Two Agricultural Areas in the Tropical Highland and Semi-arid Regions, Central Kenya, Poesen, J. et al. eds., “HighLand Symposium on Environmental Change, Geomorphic Processes, Land Degradation, and Rehabilitation in Tropical and Subtropical Highlands. Book of Abstract”, 76, 2006.
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
上田 元 (UEDA GEN)
東北大学・大学院環境科学研究科・准教授
研究者番号: 10241514
 - (2) 研究分担者
大月 義徳 (OTSUKI YOSHINORI)
東北大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 00272013
 - (3) 連携研究者
なし
 - (4) 研究協力者
佐々木 明彦 (SASAKI AKIHIKO)
国士舘大学・非常勤講師
カウティ, M. K. (KAUTI, M. K.)
東北大学・大学院環境科学研究科・博士後期課程在学者
多田 忠義 (TADA TADAYOSHI)
東北大学・大学院環境科学研究科・博士後期課程在学者