

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月25日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K12785

研究課題名（和文）マングローブ林における「利用を通じた資源管理モデル」の構築と社会実装手法の確立

研究課題名（英文）Constructing "resource management model through utilization" and establishment of social implementation method in mangrove forest

研究代表者

淵上 ゆかり（FUCHIGAMI, YUKARI）

大阪大学・国際共創大学院学位プログラム推進機構・特任助教（常勤）

研究者番号：70712834

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では地域社会における利用を通じたマングローブ林の持続可能性の評価を行うため、沖縄県西表島において社会的要因がマングローブ利用に与えた影響を時系列で整理し、地域における利用手法の取捨選択要因を明らかにした。直接利用である非木材林産物としての利用（染織・タンニン利用）は経済面からも環境負荷の面からも持続可能性が低いため衰退し、現在は間接利用である景観利用（ツーリズム）が観光主体の島内産業に適応し、経済活性および文化・環境保全という役割を担うことで地域に定着した。だが環境負荷の面からは、景観利用にも規制の検討が必要であり、来年度以降の世界遺産認定を見据えるとガイドラインの再考が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自然資源の持続的利用のためには、環境負荷だけでなく地域住民の生存基盤の維持や、地域における利用手法の存在意義も考慮しなくてはならない。本研究では調査対象である西表島でのマングローブ利用を対象に文理融合的手法を用いて、直接利用から間接利用への移行、そしてその変遷要因を示すことで一定の条件下での資源管理手法の構築プロセスを明らかにし、「持続可能なマングローブ林利用モデル」として現代社会に適応した形での保全と利用を両立させた利用方法を提案した。現状の利用手法を禁じるのではなく改善・進化させるものであるため社会実装の可能性は高く、現代社会に適応した形での提案となることが期待される。

研究成果の概要（英文）：This study demonstrated integrative assessment of mangrove resource use in Iriomote island in order to seek sustainable use of the resources. First, we found that the ways of mangrove use had shifted from direct ones (use for raw materials such as tannin and dye) to indirect ones (like for ecotourism). Second, the mangrove forests in Iriomote island substantially lost its coverage in the last decades. Third, with the second results, we confirmed that the direct use of mangrove resources was not sustainable even after considering other influences such as natural disaster. Fourth, we showed economic merits and cultural aspects as well as the environmental reasons mentioned above are the major reasons that ecotourism as an indirect use of mangrove use was employed and established. Finally, based on the results of the integrative assessment, we argue that further efforts are necessary to conserve the mangrove resources and their landscape under the current practice of ecotourism.

研究分野：地域研究

キーワード：持続可能性 地域活性 環境負荷 ツーリズム

## 1. 研究開始当初の背景

面積にして25%ものマングローブ林がこの30年間で地球上から消失している(Spalding 2010)。これは国や企業による大規模な土地利用転換を伴うものから、住民主体の小規模な直接・間接利用など大小様々な影響による(井上 2003; 藤田 2008)。申請者はこれまでインドネシア・パタム島のマングローブ林を対象に、在来の利用方法の持続可能性を評価する研究を行ってきた。パタム島では経済のグローバル化の影響を受けつつも地域住民の生業としてのマングローブ製炭業が現在も活発に行われており、森林資源の持続的利用にはその利用方法と同様に、利用条件やルール、いわば資源管理手法の構築も非常に重要であることが明らかになった。保全だけを目的とするのであれば自然公園などに認定して利用を制限すれば良いが、途上国ではマングローブ林から得られる資源が地域住民の生活基盤を支えている地域も多い。また、先進国においても薪炭材利用激減で手入れが行き届かず荒廃した日本の森林の例からは、適度な利用伐採が保全に繋がる事がわかる(林 1983)。現在必要とされているのは、地域住民が主体となって関われる「利用を通じた資源管理モデル」の確立であり、その持続性を明確に提示する事である。

## 2. 研究の目的

本研究では先進国である日本の沖縄県西表島をフィールドとし、貴重な地域資源であるマングローブ林の管理手法を社会実装を見据えて模索する。持続的なマングローブ林利用のためには、環境、経済、社会面での持続可能性が求められる。これらの要因は利用手法の選択、関わるステークホルダーなどの地域状況やグローバル経済とのかかわりに大きく依存するため、単一事例の評価・現地調査のみでは一般化はできない。本研究では複数の資源利用の事例を抽出し、地域社会を含む多様なステークホルダーの関与を検証する。そして持続可能性を構成する「環境保全」「経済活性」「地域定着性」を評価軸として各事例の比較評価を行う。これらの結果から多様な条件下での資源管理手法の構築プロセスを明らかにし、「利用を通じた資源管理モデル」として社会実装の手段を含め調査地に還元することを目指す。

## 3. 研究の方法

本研究では沖縄県西表島における、マングローブ林の直接利用事例と間接利用事例を時系列に沿って整理・評価し、利用の変遷と現状を把握する。手法としては「経済活性および地域定着性評価」「環境負荷評価」を行った。

### (1) 経済活性と地域定着性に関する評価

本調査では西表島における森林生態および地域社会や文化、生業、観光に関する先行研究と資料の分析、地方自治体へのヒアリング(竹富町役場・石垣市役所)、および石垣市染物協会、西表手仕事センター、染織業従事者へのヒアリングにより、マングローブ林利用の現状と変遷を明らかにした。

#### ● 聞き取り調査:

<直接利用>行政機関においては法規制や利用状況の把握について、染織業関係者には現在および過去の染織利用の現状をヒアリングした。

<間接利用>ツーリズム実施事業体に対し、事業体制・内容に関してヒアリングおよび参与観察を行った。

#### ● 文献調査:

西表島を含む八重山諸島の戦前～戦後の新聞資料を分析し、マングローブ利用手法の変遷を追った。また、先行研究及び現地団体によって作成された自費出版発行物なども合わせて収集した。

#### ● 途上国事例との比較検討

インドネシア パタム島におけるマングローブ利用状況を分析し、先進国と途上国における資源利用変遷要因の比較を行った。

### (2) 環境負荷に関する評価

ツーリズム利用によるマングローブ林への影響を、西表島仲間川におけるツーリズム利用を対象に行う。仲間川では定員の大きい動力船によるツアーを行っており、マングローブ林への波浪の影響が大きい。同時に動力船によるツーリズム利用がない場所で比較調査を行い、ツーリズムによるマングローブ植生への影響の把握を把握する。調査地は沖縄県八重山郡竹富町南風見(はえみ)国有林 173・184・185 林小班とし、ツーリズムの影響が考えられる本川沿いの2か所(上流プロット・下流プロット)と影響のない支流プロットの3箇所を設定した。



図1 左:調査地広域図(西表島)  
右:調査地詳細図

● 植生調査:

3箇所の調査プロットそれぞれに、縦1つと横2つのトランセクトを設けた。縦トランセクトは、水路側に最も近い生存個体を基点として河岸にほぼ直角になるよう幅5m・奥行40mのベルトトランセクトを設定し、地形測量と、30mまでの毎木調査・根が三分岐する点の地上高についての測定を行った。ベルトトランセクトは幅2.5m・奥行5mごとに区切り、各交点を測量した。また、基点から河岸方向3.5mも、同様の条件で測量を行った。横トランセクトは縦トランセクトの0-5mと25-30mの位置に川岸に平行になるように5m×25mを設置した。

毎木調査はベルトトランセクト内にある樹高1.3m以上の個体について、0-30mの範囲で、位置・樹高・胸高直径を記録した。また横トランセクトでは稚樹の出現数をカウントした。

● ツーリズムで発生する波浪による影響調査:

● 三脚上に固定したビデオカメラを指定地内に設置し、観光船によって生じる波の波高を、スケールを用い記録・測定する。同時に、平ビニール紐に水没感知シールを貼り地上を這わせ、川からの水の到達域を測定した(図2参照)。

● マングローブ林後退調査:

仲間川沿いのマングローブ林域において2時系列の衛星画像を解析し、マングローブ林のバイオマス賦存量を推定し、時間経過に伴う変化を見た。

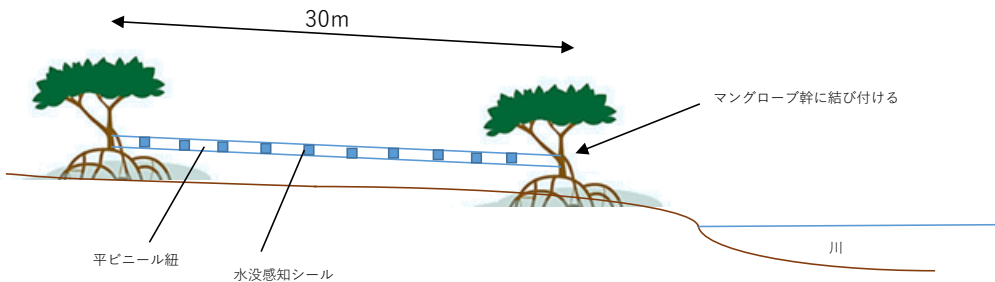


図2  
水没感知シールを利用した調査

4. 研究成果

(1) 西表島におけるマングローブ利用の取捨選択要因

西表島を含む八重山諸島では、ヒルギ(マングローブ)などを染料として用いた染織が、各世帯で琉球王府への人頭税(男性:米、女性:織物)や自家消費として行われていた。また、西表島には三井物産会社(現 三井物産株式会社)によって1885年に島内に炭鉱が造成され、以来、島外との経済交流が盛んとなった。1936-1937年に最盛期を迎えた製炭業は西表の購買力を向上させ、島外輸出経路を通じて島内に繊維製品を含む多くの工業製品が持ち込まれた。そのことは、八重山の他島に比べて染織業による布製品の自給を停滞させることになった。一方、1940年代から「カッチ」と呼ばれる漁網の染色や船の漏水防止剤などに使用されるマングローブ染料の生産工場が、石垣島から仲間川・浦内川河口に移転する形で広がり、工業用の染料としての需要が高まった。カッチは島外への販売が行われるほど換金性の高い一次産品へと成長したが、化学製品による代替材が普及するにつれカッチ生産は衰退した。その後は、1972年に国立公園に指定されるなどの経緯を経て、ツーリズム業における景観利用としての需要が高まり、現在では地域の主要産業となっている。

直接利用である非木材林産物利用は現代社会においては生業としての持続可能性が低いいため衰退し、現在は間接利用である景観利用が観光主体の島内産業に適応し、経済活性および文化・環境保全という役割を担うことで地域に定着しているといえる。以上のことから、西表島におけるマングローブ利用の取捨選択要因は、19世紀から20世紀前半においては社会および地域情勢と経済性、20世紀後半から現在においてはそこに環境保全という要因が加わったといえる。

(2) 西表島仲間川におけるツーリズムの影響

(2)-1 地形測量

下流の地形はコントロールとよく似ていたが、上流の地形は大きく異なっていた。下流とコントロールでは0地点(最も川に近いマングローブ生育個体を結んだ位置)から5mまでの間に勾配があり高低差は20cm程度であったのに対し、上流では10mまで緩勾配が続き0地点からの高低差は80cm程度であった(図3-a,b,c)。

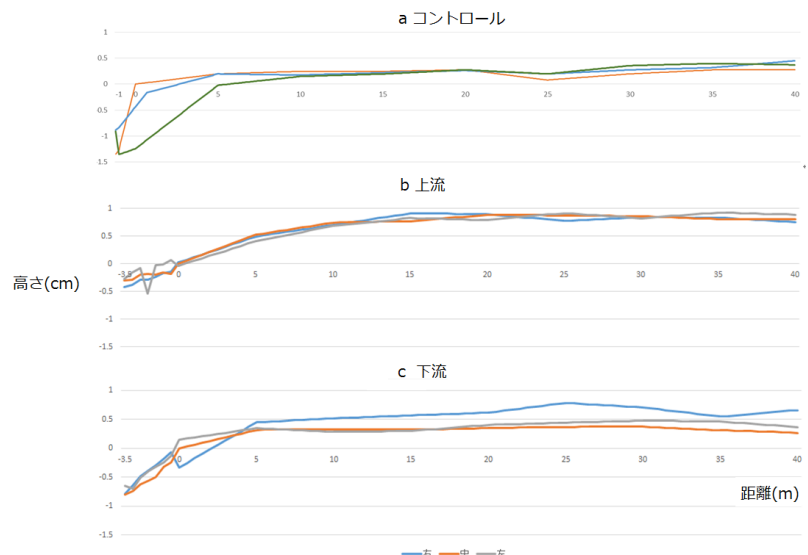


図3 各プロットの川岸から奥への  
縦断地形

(2)－2 根の三分岐高

オヒルギは支根が着地すると3つに分枝する特性を持つ。オヒルギの根が三分岐している高さは、ももとの地盤の高さであると考えられる。よって、根の三分岐高から各地点の地盤高の変化を推測できると考え、各プロットの縦トランセクトにおいてオヒルギの根の三分岐高を測定した。上流と下流プロットでは、川岸から奥へ行くにしたがって明らかに三分岐高が減少していたのに対して、コントロールプロットでは、10cm 台で推移し大きな変化は認められなかった。

表 1 各プロットにおける縦トランセクトのオヒルギ根三分岐高

コントロール		上流		下流	
0-5m	13.3 ± 1.9	0-5m	24.8 ± 5.3	0-5m	28.8 ± 4.9
5-10m	6.3 ± 1.3	5-10m	13.6 ± 3.5	5-10m	16.8 ± 1.7
10-15m	10.2 ± 1.4	10-15m	4.1 ± 0.9	10-15m	9.5 ± 2.3
15-20m	11.3 ± 2.9	15-20m	2.3 ± 1.3	15-20m	10.6 ± 1.2
20-25m	11.1 ± 2.7	20-25m	1.1 ± 0.5	20-25m	6.4 ± 0.5
25m-30m	19.3 ± 2.9	25m-30m	2.0 ± 0.9	25m-30m	1.3 ± 0.6

(2)－3 毎木調査

コントロールでは川岸から5mの間に比較的大径木が集中し後方へ行くほど個体密度が疎になっていたのに対して、上流と下流では後方へ行くほど個体サイズが減少し個体密度が上がる傾向が認められ(図 4a,b,c)、特に上流でこの傾向が強かった。この傾向を確かめるため、各プロットで川と並行に、川岸から0-5mと25-30mに5m×25mのプロットを張り、毎木調査を行った(図 5)。その結果、コントロールでは川側と奥側のヒストグラムに差は認められなかったが、特に上流では、川側にはサイズが一樣に分布しているのに対して、奥側では小さいサイズに偏っていた。また、稚樹の個体数は上流の川側で特に多(210)く奥で少(51)のに対し、下流では稚樹が殆ど観察されなかった。このことから、上流では川から離れた奥で更新が活発であることが推測された一方、下流では更新が不活発であると推測された。

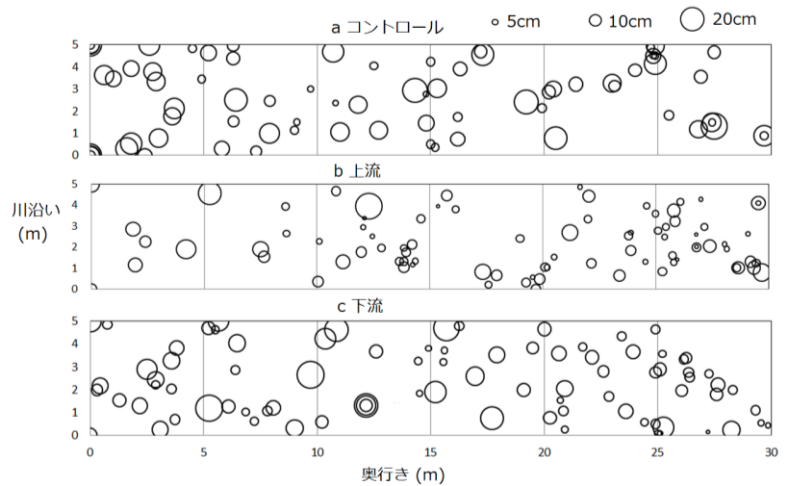


図4 各プロットの縦トランセクトの個体分布と胸高直径

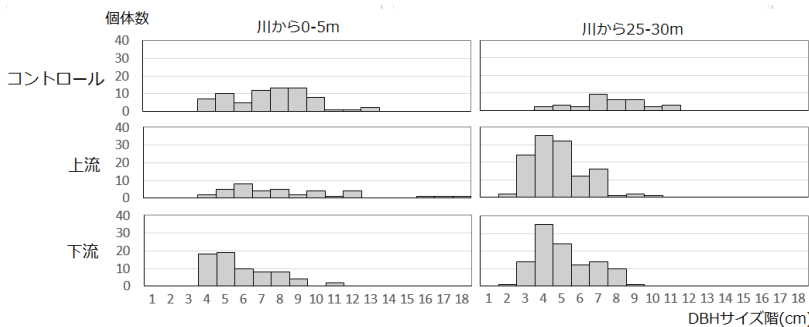


図 5 各プロットの横トランセクト個体分布と胸高直径のヒストグラム

(2)－4 曳波調査

ボートの曳波による波形は大きく3種類に分けられた。上流では3つのタイプすべてが観察され、下流では1つのタイプのみが観察された。ボートの速度が遅い場合、波は発生せず通過時の水面上昇だけになる。一方通過速度が速い場合は通過時の水面上昇と波の繰り返しが生じていた。3つ目はボートが最も早い速度で通過したとみられる時で、通過時の水面上昇が第一波となり最大であった。

平成15年に環境省と財団法人国際マングローブ生態系協会は、流速や濁度発生量が初期水位低下量(第一波)と関係することを報告している(平成14年度仲間川マングローブ林被害防止対策追跡調査報告書)。それに従うと、通過速度が速いほど影響が大きく、上流は下流に比較して曳波の洗掘への影響が強いと考えられる。上流では

表 2 各プロットの稚樹の出現数

	個体数	枯死個体数	平均樹高	SE
コントロール0-5m	16	0	62.2	3.8
コントロール25-30	35	1	59.7	2.7
上流0-5m	210	17	60.8	1.0
上流25-30m	51	12	46.4	2.6
下流0-5m	3	0	54	3.5
下流25-30m	0	0	-	-

観光ボートが速度を上げることに加えて川幅が狭いことも関係し、曳波が大きな影響を与えていると推測される。

また、水没シールの結果から、上流では下流に比較して奥まで水が届いていた。しかしこれは曳波による影響よりも潮位による影響が大きかった。

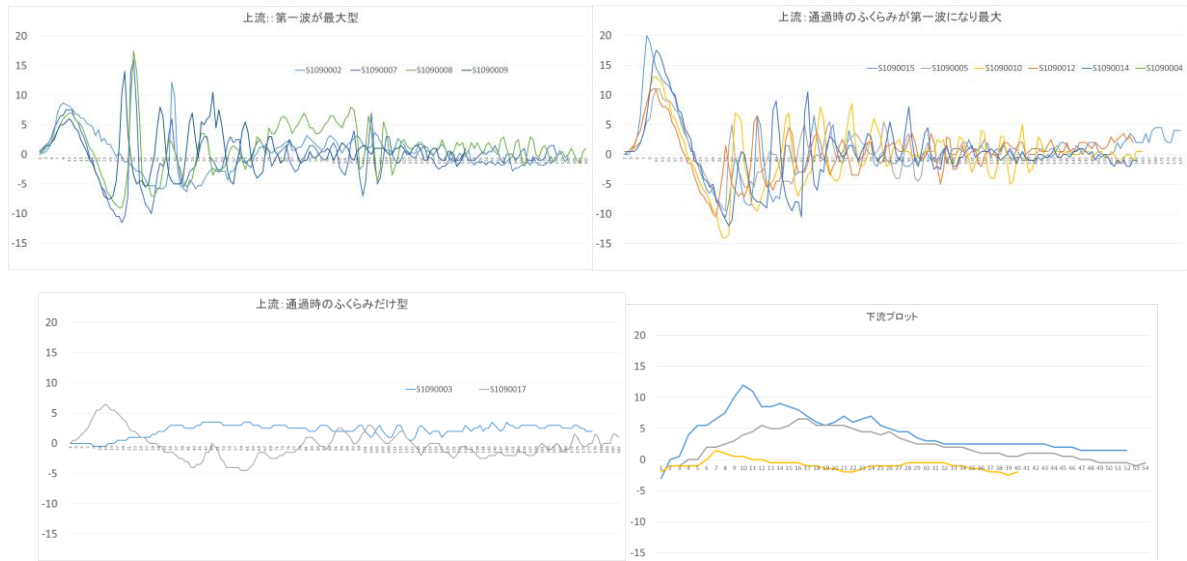


図 6 曳波による 0 地点の波形(波が来る直前の水位を 0cm としたとき)

表 3 各プロットの縦トランセクトの水没シールの色変化

	ビニルテープ変色				
	0m	1m	2m	3m	4m
上流プロット	0	0	0	0	X
下流プロット	0	X	X	X	X
コントロール	0	0	0	X	X

### (2) - 5 マングローブ林後退状況調査

船からの目視により、仲間川の観光ボートが往来する範囲の後退状況を記録した(図 7)。マングローブ林の後退は特に上流で顕著であり、前面に枯死個体が並んでいる箇所や、幹が露出した林縁が多く観察された(図 8)。

マングローブ林の後退の変化を明らかにするために、〇年と〇年の仲間川周辺の衛星画像を用いて、仲間川の中心線から川岸への距離を測定したが年度間に有意な差は認められなかった。

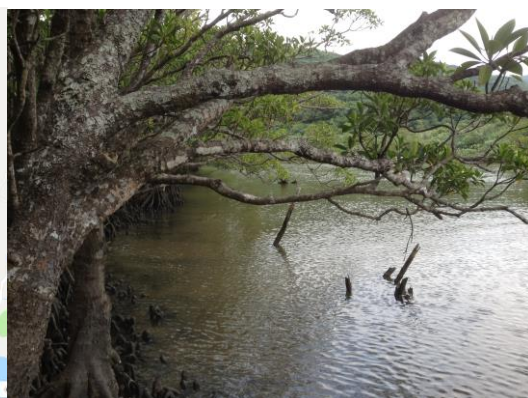


図 7 マングローブ林の後退状況

図 8 枯死個体が前面に残る箇所

### (3) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

本研究では日本で5番目の世界自然遺産入りが期待される西表島のマングローブ林利用の現状を対象に、時系列に沿ってその利用の変遷と影響を、文理融合の研究チームで環境・経済・社会の3要因から評価した。このような多面的な調査研究成果は中立性が高く、地域状況に沿った現実的な評価となったと思われる。特に仲間川での生態調査結果は現状を明確に表しており、政策面での改善策の立案そして社会実装に即決する。また、現在執筆中の論文の中では「世界各地の世界遺産の選定理由とその後状況」にも言及しており、自然資源・環境保全とい

う分野以外でも重要な一事例として意味を持つ。

#### (4) 今後の展望

西表島では2020年夏に世界自然遺産登録審査を控え、観光管理計画および環境保全対策に関する議論が行政レベルでも地域レベルでも活発に行われている。今後の主な利用形態は現状のとおりツーリズム利用になると考えられ、その持続可能性の評価が重要である。西表島エコツーリズム協会などの地元に着した活動を中心に、ツーリズム業者による自主規制などの実態を把握し、取り組みの変遷も明らかにすることで「ツーリズム」がマングローブに与える影響について複合的に考察していくことが必要である。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

瀧上ゆかり (2016)「インドネシア バタム島における法規制と生業:自主規制によって成り立つマングローブ製炭業」『森をめぐるコンソナンスとディソナンス:熱帯森林帯地域社会の比較研究』CIAS Discussion Paper, 59, pp.39-46. 査読無.

[書籍]

石丸香苗(2019)「森林の多面的機能」『森林生態学』(石井弘明編集代表)、朝倉書店

[学会発表](計3件)

- ①石丸香苗・瀧上ゆかり・谷口真吾・瀧上佑樹・上須道徳「西表島仲間川マングローブ林床の衰退状態について—利用を通じた資源管理—(第二報)」第29回日本熱帯生態学会年次大会, 札幌, 2019年6月.
- ②瀧上ゆかり・上須道徳・石丸香苗・谷口真吾・瀧上佑樹「マングローブ林における利用手法の変遷—利用を通じた資源管理—」第27回熱帯生態学会年次大会, 奄美大島, 2017年6月.
- ③石丸香苗・瀧上ゆかり・上須道徳・谷口真吾・瀧上佑樹「西表島仲間川マングローブ林床の洗掘状態について—利用を通じた資源管理—」第27回熱帯生態学会年次大会, 奄美大島, 2017年6月.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 石丸 香苗

ローマ字氏名: (ISHIMARU, kanae)

所属研究機関名: 福井県立大学

部局名: 学術教養センター

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 00572471

研究分担者氏名: 瀧上 佑樹

ローマ字氏名: (FUCHIGAMI, yuki)

所属研究機関名: 三重大学

部局名: 生物資源学研究所

職名: 助教

研究者番号(8桁): 30747895

研究分担者氏名: 上須 道徳

ローマ字氏名: (UWASU, michinori)

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: CO デザインセンター

職名: 特任准教授

研究者番号(8桁): 50448099

研究分担者氏名: 谷口 真吾

ローマ字氏名: (TANIGUCHI, shingo)

所属研究機関名: 琉球大学

部局名: 農学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 80444909