

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K11770

研究課題名（和文）空間情報技術を活用した自然資源管理のための生態系及び社会性レジリエンス指標の算出

研究課題名（英文）Calculate ecological and social resilience indicators for natural resource management using spatial information technology

研究代表者

下嶋 聖（SHIMOJIMA, HIJIRI）

東京農業大学・地域環境科学部・准教授

研究者番号：60439883

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：慶良間諸島の総面積に占める森林面積の割合は、1962年15%、1977年31%、1984年47%、1996年51%、2001年59%であった。既往文献より4島のケラマジカの総個体数は、1970年代に約60頭、1990年代に約230頭、2000年代に約120頭であった。ケラマジカ1頭当たりの森林面積（単位）は、1970年代が約3.5ha、1990年代が約1.7ha、2000年代が約3.9haと推定された。1995年頃から森林面積に対してケラマジカの生息密度が高まったと推察される。ケラマジカの動態と土地利用の変化は、主に人口動態の変化と島の生業に影響を受けている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本全国でニホンジカによる農作物被害、食害等の問題が深刻化しているが、慶良間諸島においても地域住民とケラマジカの衝突が生じている。本研究の学術的意義及び社会的意義は、1. 今日まで科学的に把握されていなかった慶良間諸島におけるケラマジカの個体数と土地利用との関係について、多時期リモートセンシング画像より定量的に明らかにした点、2. 天然記念物として指定され琉球政府時代における住民のケラマジカに対する認識について、当時を知る人々の世代交代が進む中、史実を記録に残し、後世に伝えることの重要性、である。

研究成果の概要（英文）：The forested areas as a percentage of the total land area of the four islands were 15% in 1962, 31% in 1977, 47% in 1984, 51% in 1996, and 59% in 2001. According to existing surveys, the total population of kerama deer in the four islands was approximately 60 in the 1970s, 230 in the 1990s, and 120 in the 2000s. It is estimated that the forest area (unit) per kerama deer was roughly 3.5 ha in the 1970's, 1.7 ha in the 1990's, and 3.9 ha in the 2000's. It is inferred that in around 1995, the kerama deer population increased in density in relation to the forest area. The changes in Kerama deer dynamics and land use have been mainly affected by demographic changes and Island Livelihoods, this is closely related to the changes in lifestyle and culture.

研究分野：環境学

キーワード：GIS リモートセンシング UAV 土地被覆 ケラマジカ 慶良間諸島 原単位

1. 研究開始当初の背景

ニホンジカの採食行動が起因と考えられる林業被害、高山帯での植生荒廃、農作物への被害等、全国で報告されるようになり問題化している。現在、対策として環境省では生態系維持回復事業に位置づけて個体数調整を行っている。都道府県では鳥獣保護管理事業計画に基づき捕獲圧をかけている。その結果 2015 年度において捕獲数は全国で 45 万頭にのぼる。個体数調整の施策は一定の効果を示しているものの、現在のニホンジカ個体推定数は約 304 万頭であり、捕獲禁止措置が解除される 1994 年以前の個体数 50 万頭をはるかに超過している。

1994 年以前のニホンジカの個体数は戦前戦中の乱獲、戦後の密猟、土地利用開発による生息域の縮小により減少傾向にあり、生息状況は悪化していた。ここで学術的な課題として、捕獲禁止措置の解除により捕獲圧が弱まり、生息数が増加するのは当然の現象であるが、個体数減少の要因でもあった土地利用開発によりニホンジカの最適な生息環境(土地)が減少しているにも関わらず、個体数が爆発的に増加した現象について学術的知見に基づいた説明が十分できていないことが挙げられる。

一方、島嶼環境に生息するシカにおいて、一部屋久島のヤクジカについては採食被害があるものの、北海道、本州で発生している被害ほど顕著ではない。本研究の対象地である慶良間諸島においても、集落内の農作物の食害は報告されているが、屋久島と同様な状況である(図 1)。ケラマジカはひとの介在により維持された動物であり、島嶼環境という閉鎖環境下で調和してきた生態的価値に加え、歴史的経緯の価値を含め、主体(ケラマジカ)と環境系(土地利用)との関係を明らかにすることは、学術的知見に基づく持続的管理手法の提示を行うことが可能となる。

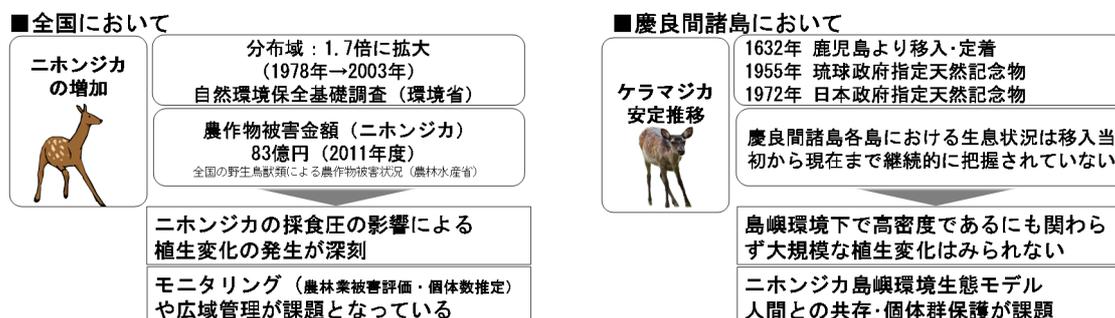


図 1 ニホンジカとケラマジカを取り巻く環境

2. 研究の目的

本研究は、国内最南端に位置するシカ生息地である沖縄県慶良間諸島を対象に、地理情報システム(GIS)及びリモートセンシング技術に代表される空間情報技術を活用した慶良間諸島の景観変遷の定量化とその変遷が島嶼環境下に生息するケラマジカの生態に与える影響について明らかにし、閉鎖環境特有の環境圧や攪乱を経て維持されたヒトとケラマジカの共生関係に見られるレジリエンス(resilience: しなやかさ)の指標の作成と評価を行う。

具体的には、土地利用の制約条件とケラマジカの生態や生息頭数との関係について、過去の時期は旧版地図、空中写真及び高分解能衛星画像など多時期のリモートセンシング画像のアーカイブスを収集し、最新時期については直接現地にて UAV(いわゆるドローン)を用いた空撮より超高分解能画像を取得し、これら空間データを用いて慶良間諸島の景観変遷と立地特性を定量的に求め、地理空間情報解析より明らかにする。

3. 研究の方法

研究目的を達成させるため、本研究では図 2 に示したフローにしたがい、研究対象地である沖縄県慶良間諸島において現地調査を実施し、併せて関連する各種リモートセンシングデータの収集を行った。その後得られたデータに用いて、各種解析を行った。

まず、当該地の過去に撮影された空中写真の収集を行った。その後収集した多時期(6 時期)の空中写真は GIS 上でオーバーレイ解析に処するため、オルソモザイク及びジオレファレンス処理を行った。処理を行った後、各時期の土地被覆分類を行った。得られた解析結果より 6 時期の土地被覆の変遷を把握した。

次に、現地調査を実施し UAV(いわゆるドローン)を用いて、鉛直下撮影による超分解能画像の取得を行った。これは最新時期の空中写真(リモートセンシング画像)の入手、上空からの樹冠密度及び植生環境の把握、空撮からのケラマジカの個体確認の有無を目的に実施した。UAV による全島飛行は現実的に難しいため、異なる植生環境及び地形を複数箇所候補地として挙げ、部分的に空撮を行った。得られたデータは、SfM(Structure from Motion)系ソフトを利用して、オルソモザイク処理を行い、カラー画像、DSM(Digital Surface Model)データの生成を行った。

併せて、現地にて UAV 飛行個所のエリアを対象に植生調査を実施した。この植生調査では、ケラマジカの採食行動における嗜好植物と不嗜好植物の把握を行った。

3 番目に、土地被覆の変遷と各種資料、既往研究で示されているケラマジカの推定頭数のデータを活用して、植生環境に基づくケラマジカの原単位の算出を行った。具体的にはケラマジカ生息に必要な採食量に相当する植物群落及び群落面積について時期ごとに推定を試みた上で、ケラマジカの生息域が陸域に限られていることを与条件として、ケラマジカ 1 頭あたりの生息に必要な単位面積の算出を行った。

最後に、各種資料、既往研究並びに現地関係者へのヒアリング調査から得られた情報を基に、慶良間諸島における生業、植生環境の変化とケラマジカの関係史を明らかにした。

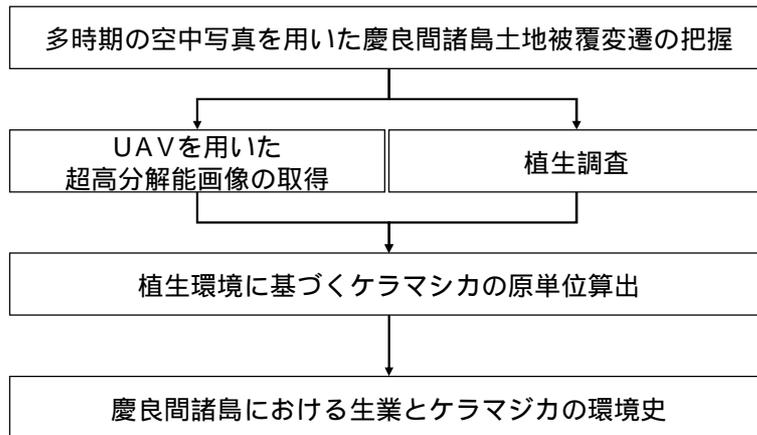


図2 研究フロー

4. 研究成果

(1) 空中写真を用いた慶良間諸島の土地被覆の変遷

収集することができた、1962年、1977年、1984年、1993年、1996年及び2001年の6時期の空中写真を用いて、慶良間諸島（ここでは屋嘉比島、阿嘉島、慶留間島及び外地島）の土地被覆の変遷を把握した（図3、図4及び図5）。その結果、いずれの4島において1962年の時期では畑地や低木林が多く占めていた。一方、2001年の時期では、いずれの4島においても森林が占める割合が高くなっていることがわかった。4島における土地被覆の変遷を比較すると他3島に比べ、屋嘉比島の土地被覆の変化は緩やかであった。以上のことから慶良間諸島の土地被覆変遷の特徴は、1962年から2001年までの約40年間に森林が大幅に増加し、草原が減少したことがいえる。

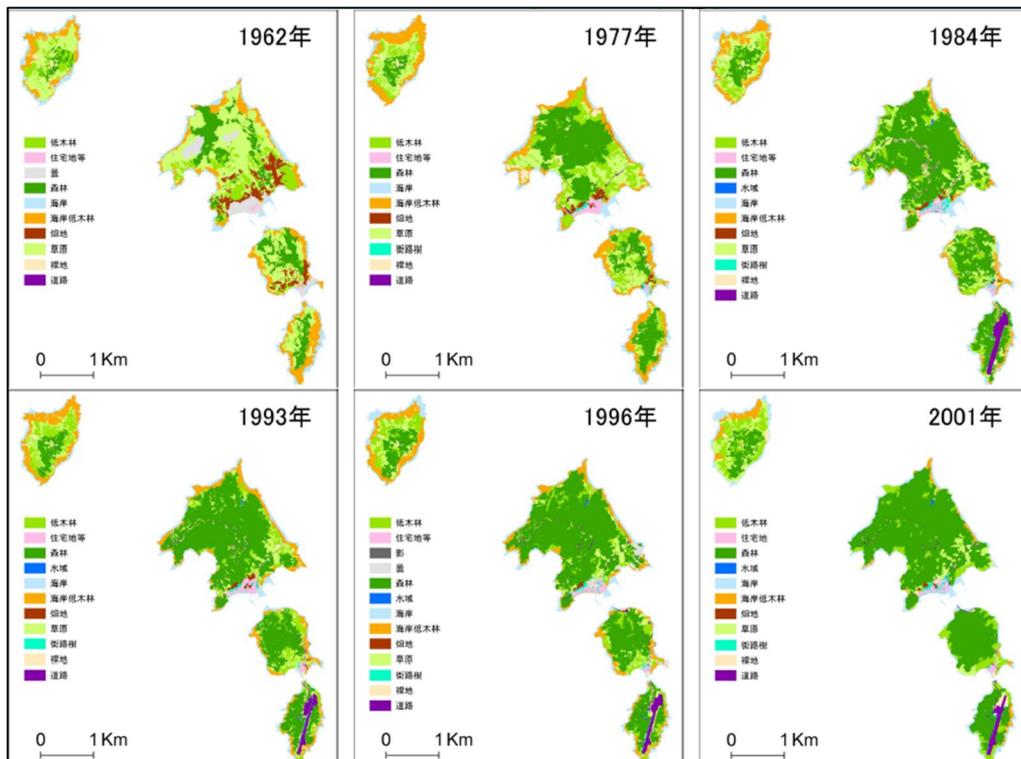


図3 慶良間諸島（6時期の土地被覆の変遷

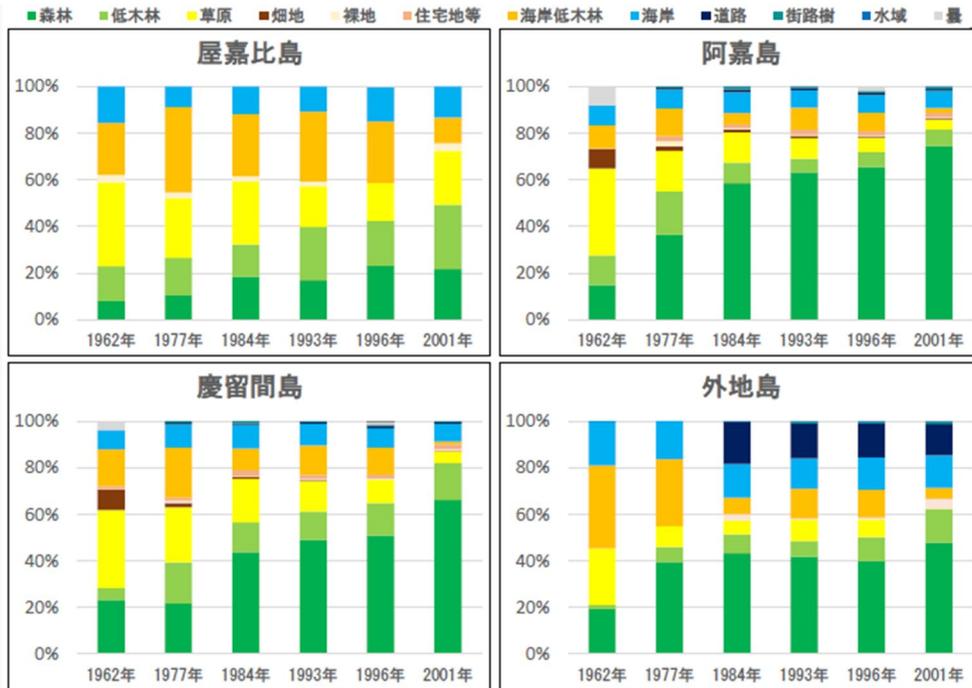


図4 島別にみた1962・1977・1984・1993・1996・2001年の土地被覆種の割合

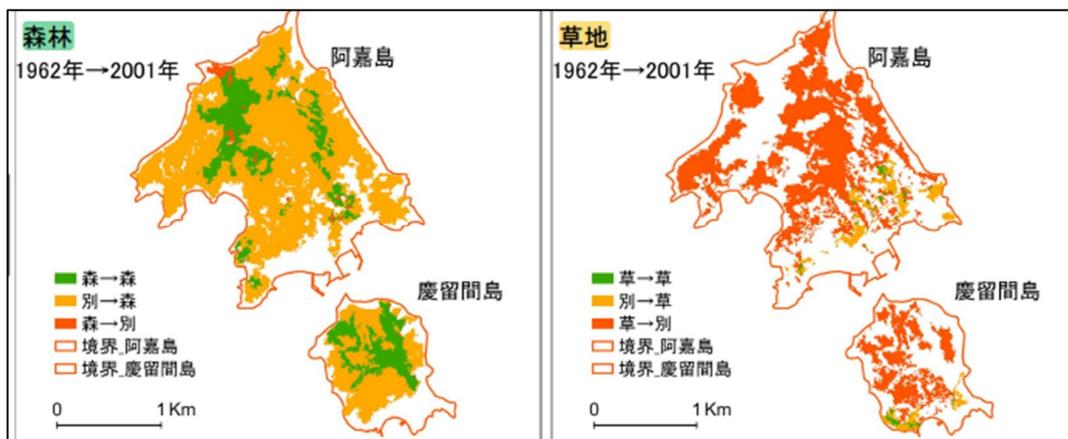


図5 1962年から2001年にかけての森林・草地の変化分布図

(2) UAV (ドローン) を用いた超高分解能画像の取得及び植生調査

UAV (DJI 社・Phantom4 Multispectral) を用いて、マルチスペクトル画像の取得を行い、オルソモザイク処理後、土地被覆分類を行った(図6)。その結果、単木(樹冠)ごとに同定が可能な地上分解能数センチオーダーの超高分解能画像の取得が行えた。

植生調査より、森林内の林床植物はケラマジカの嗜好性植物が生育しておらず、

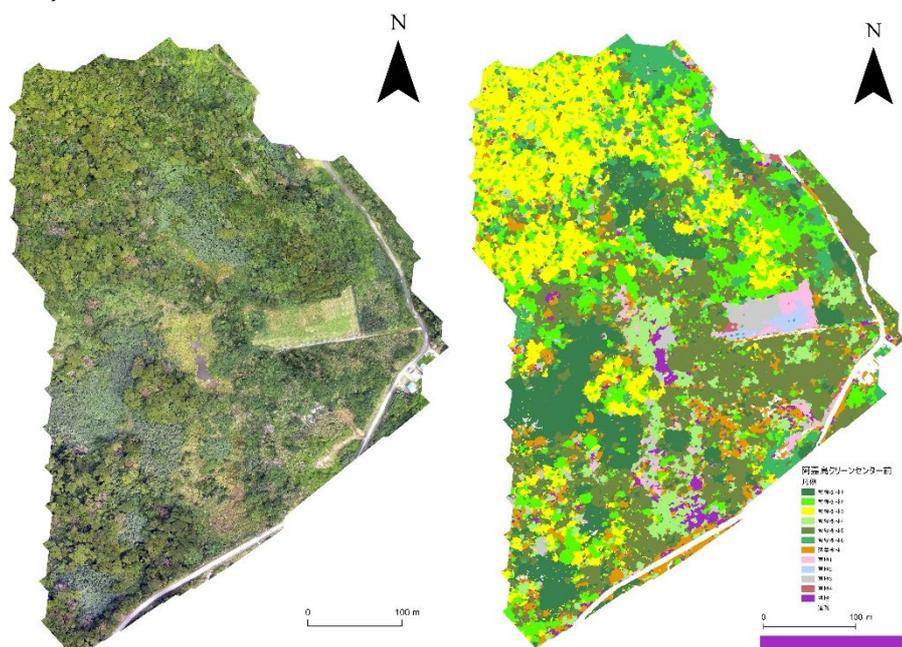


図6 UAVで取得したマルチスペクトル画像および土地被覆分類図

バケイソゲやリュウキュウチクのような不嗜好性植物のみが繁茂している状況であるため、ケラマジカにとって、食料環境は貧弱であることが確認できた

(3) 植生環境に基づくケラマジカの原単位算出

4島(屋嘉比島、阿嘉島、慶留間島及び外地島)におけるケラマジカの総個体数は、1970年代に約70頭、1990年代に約230頭、2000年代に約120頭であった。ケラマジカ1頭あたりの森林面積(単位面積)は、1970年代が約3.5ha/頭、1990年代が約1.7ha/頭、2000年代が約3.9ha/頭と推定される。1995年頃から森林面積に対してケラマジカの生息密度が高まったと推定される(表1)。またUAVを用いて取得した画像より作成した土地被覆分類図(図6)を基に、ケラマジカが採餌している草地面積を算出し、梶ら(2006)の研究よりエゾジカとケラマジカの体重比からケラマジカの一日の乾草採食量を求め、調査エリア内及び阿嘉島のケラマジカの個体数算出を試みた。算出した結果、ケラマジカの個体数は求められなかったが、阿嘉島内に約342頭分の乾草量が存在することが推定された。

表1 全島、阿嘉島及び屋嘉比島別にみた植生環境に基づくケラマジカの原単位算出

	全島	阿嘉島	屋嘉比島
ケラマジカ個体数	70	10	45
1970s 森林面積 (m ²)	2,421,177	1,377,197	131,249
ケラマジカ1頭あたりの森林面積 (原単位) (m ² /頭)	34,588	137,720	2,917
ケラマジカ個体数	230	130	46
1990s 森林面積 (m ²)	4,014,728	2,471,116	286,072
ケラマジカ1頭あたりの森林面積 (原単位) (m ² /頭)	17,455	19,009	6,219
ケラマジカ個体数	120	70	26
2000s 森林面積 (m ²)	4,650,634	2,812,163	274,254
ケラマジカ1頭あたりの森林面積 (原単位) (m ² /頭)	38,755	40,174	10,548

(4) 慶良間諸島における生業とケラマジカの環境史

図7は慶良間諸島に関係する史実、産業及びケラマジカに関してまとめたものである。1901年に慶良間諸島で鰹漁が始まり、1903年には鰹節を生産する工場が慶良間諸島に建設された。慶良間諸島で生産された鰹節は、当時最高級品として高値で取引された。生の鰹から鰹節を作る際、煮炊きをするため、大量の薪が必要となる。鰹節を生産するために、多くの木が伐採された。島内の森林が伐採されたことにより、草地が広がった。その結果、ケラマジカにとっては草地が増えることは餌が増えるが、森林が減ることで身を隠す場所が少なくなる。そのため、ケラマジカの頭数は増えることができなかった可能性がある。

しかし沖縄における鰹節の生産量は1960年をピークに、次第に減少した。原因としては漁師の高齢化と後継者不足、加えて安い海外産の鰹節が輸入されるようになったことが挙げられる。1964年には慶良間諸島にあった鰹節を生産する工場が閉鎖された。1960年代以降は鰹節の生産量はさらに減り続け、それに伴い人口もさらに減少した。現在、慶良間諸島では鰹漁はほとんど行われていない。鰹節の生産が減少、消滅することで、薪をとる必要もなくなり、草地は森林化し、その面積は増加した。このように慶良間諸島における生業の変化がケラマジカの生息環境に影響を与え、間接的にケラマジカ自体の個体数にも影響を及ぼしたことが示唆された。

1960年代以降：カツオ漁業の衰退慶良間諸島の人口減少

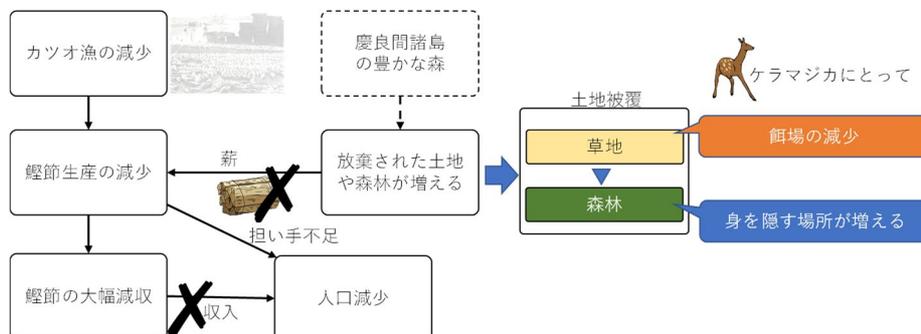


図7 慶良間諸島における生業とケラマジカの連関

<引用文献>

梶光一・宮木雅美・宇野裕之(2006):エゾジカの保全と管理:北海道大学出版会

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hijiri SHIMOJIMA, Shun ITO, Shin'ichi SUZUK, Kohji YAMAZAKI, Haruo SEKIOKA, Kaoru TSUCHIYA
2. 発表標題 Relationship Sociocultural Background of kerama deer and transition of Land cover in the Kerama Islands, Okinawa
3. 学会等名 2022 IASNR Conference Program (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 駿・下嶋 聖・鈴木伸一・土屋 薫・山崎晃司・ 関岡東生
2. 発表標題 土地被覆変遷の定量化によるケラマジカ個体数の原単位算出の試み
3. 学会等名 第133日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下嶋聖・鈴木伸一・山崎晃司・関岡東生・土屋薫
2. 発表標題 多時期のリモートセンシング画像を用いたケラマジカ生息環境の変遷の把握
3. 学会等名 日本景観生態学会 第28回宮崎大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	鈴木 伸一 (SUZUKI SHINICHI) (70311272)	東京農業大学・地域環境科学部・教授 (32658)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山崎 晃司 (YAMAZAKI KOJI) (40568424)	東京農業大学・地域環境科学部・教授 (32658)	
研究分担者	関岡 東生 (SEKIOKA HARUO) (00287450)	東京農業大学・地域環境科学部・教授 (32658)	
研究分担者	土屋 薫 (TSUCHIYA KAORU) (60227428)	江戸川大学・社会学部・教授 (32518)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関