慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	リモートセンシングによる広域的な森林生態系の生物多様性地図化
Sub Title	Biodiversity mapping of regional forest ecosystems by remote sensing
Author	一ノ瀬, 友博(Ichinose, Tomohiro) 井本, 郁子(Imoto, Ikuko) 清水, 拓海(Shimizu, Takumi) 湯浅, 拓輝(Yuasa, Hiroki) 石井, 華香(Ishii, Hanaka) 奈良, 晃太(Nara, Kota) 川上, 仁之(Kawakami, Hitoshi) 岩本, 将道(Iwamoto, Masamichi)
Publisher	
Publication year	2023
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2022.)
JaLC DOI	
Abstract	リモートセンシングを活用し、森林生態系の生物多様性を広域的に地図化することを目的とする。環境省によるモニタリングサイト1000で蓄積されている森林における鳥類と地上徘徊性甲虫の分布データを目的変数とし、環境要因を説明変数としたモデルを構築した。 鳥類については434サイト、地上徘徊性甲虫については30サイトを分析対象とした。地上徘徊性甲虫は、北海道、本州、沖縄・奄美の大きく3つのグループに分類された。本州はさらに二つに分類され、標高と平均気温がその区分に影響を及ぼしていた。鳥類については、猛禽類、ジョウビタキの営巣環境の把握に航空LiDARをはじめとしたリモートセンシングデータが有用であった。 This study aimed to map the biodiversity of forest ecosystems on a broad scale using remote sensing. A model was constructed using the distribution data of birds and ground beetles in forests accumulated in the 1000 monitoring sites by the Ministry of the Environment as the objective variable and environmental factors as the dependent variable. We analyzed 434 sites for birds and 30 sites for ground beetles. Thirty sites of ground beetles were classified into three major groups: Hokkaido, Honshu, and Okinawa/Amami Islands. Honshu was further divided into two groups, with elevation and mean temperature influencing the classification. For birds, aerial LiDAR and other remote sensing data were useful for understanding the nesting habitat of raptors and the Daurian Redstart.
Notes	研究種目 : 基盤研究 (B) (一般) 研究期間 : 2020 ~ 2022 課題番号 : 20H03014 研究分野 : 景観生態学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_20H03014seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　 ６ 月　 ４ 日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2020～2022
課題番号：２０Ｈ０３０１４

研究課題名（和文）リモートセンシングによる広域的な森林生態系の生物多様性地図化

研究課題名（英文）Biodiversity Mapping of Regional Forest Ecosystems by Remote Sensing

研究代表者
一ノ瀬　友博（ICHINOSE, Tomohiro）

慶應義塾大学・環境情報学部（藤沢）・教授

研究者番号：９０３１６０４２

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　12,100,000円

研究成果の概要（和文）：リモートセンシングを活用し、森林生態系の生物多様性を広域的に地図化することを目的とする。環境省によるモニタリングサイト1000で蓄積されている森林における鳥類と地上徘徊性甲虫の分布データを目的変数とし、環境要因を説明変数としたモデルを構築した。
鳥類については434サイト、地上徘徊性甲虫については30サイトを分析対象とした。地上徘徊性甲虫は、北海道、本州、沖縄・奄美の大きく3つのグループに分類された。本州はさらに二つに分類され、標高と平均気温がその区分に影響を及ぼしていた。鳥類については、猛禽類、ジョウビタキの営巣環境の把握に航空LiDARをはじめとしたリモートセンシングデータが有用であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
2022年12月のCOP15において新たな生物多様性目標が採択されたが、生物多様性のモニタリングは最も基盤となる情報である。陸域と海域の30%を保全する30by30では、多様な主体による自然共生サイトの増加が期待されており、簡便なモニタリングの必要性が高まっている。日本全国で行われているモニタリングサイト1000のデータを活用した本研究の成果は、異なる生態系、分類群にも応用できる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to map the biodiversity of forest ecosystems on a broad scale using remote sensing. A model was constructed using the distribution data of birds and ground beetles in forests accumulated in the 1000 monitoring sites by the Ministry of the Environment as the objective variable and environmental factors as the dependent variable.
We analyzed 434 sites for birds and 30 sites for ground beetles. Thirty sites of ground beetles were classified into three major groups: Hokkaido, Honshu, and Okinawa/Amami Islands. Honshu was further divided into two groups, with elevation and mean temperature influencing the classification. For birds, aerial LiDAR and other remote sensing data were useful for understanding the nesting habitat of raptors and the Daurian Redstart.

研究分野：景観生態学

キーワード：鳥類　地上徘徊性甲虫　モニタリングサイト1000　航空LiDAR　ドローン

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

2010 年に名古屋市で第 10 回生物多様性締約国会議(COP10)が開催された。それまでの「2010 年までに絶滅速度を顕著に低減させる」という目標が、日本はもちろんのこと、世界各地で達成できていないことが明らかになり、2020 年に向けて愛知ターゲットが合意された。当時日本の生物多様性評価は、そのほとんどが有識者の知見を集約した定性的なものであった。生物多様性保全には、まず生物多様性をモニタリングすることが必要不可欠である。環境省においては、自然環境保全基礎調査が長年実施されてきており、現存植生図が全国で更新されている。しかし生物多様性という視点では、かつて動物も含む全国レベルでの基礎調査が行われたものの、その後更新されてこなかった。一方で、全国の生物多様性をモニタリングする目的で、モニタリングサイト 1000 が立ち上げられ、1082 カ所で調査が行われている。ただし、鳥類の調査は数多く行われているものの、それ以外の分類群はごく限られている。国土交通省は 2014 年に緑の基本計画を持つ 660 以上の基礎自治体の生物多様性保全状況の調査を行ったが、生物分布情報を持っている自治体はわずかで、都市の生物多様性を直接的に評価することが不可能であることが明らかになった。2022 年 12 月にはカナダのモントリオールで COP15 が開催され、愛知ターゲットの次の目標が設定された。これを受けて、日本の生物多様性国家戦略も改定された。2010 年時点に比べれば、モニタリングサイトも順調に増加してきたとはいえ、国土レベルで生物多様性をモニタリングする手法は依然として大きな課題である。

リモートセンシングは地球規模の気候変動や砂漠化、海洋汚染といった様々な環境問題に積極的に活用されてきた。その技術は急速に発展し、新たな観測衛星が各国から次々と供用されるようになり、その可能性が大きく広がっている。ただし、生物多様性分野について言えば、直接的に観測することができる植生のモニタリングがほとんどで、植物以外の分類群に活用する際には、植生や土地利用を元にハビタットマップを作成し、そのマップに基づく生息地適地推定という活用方法が一般的である。近年はドローンの活用も爆発的に増加してきており、可視光の画像を用いて水鳥の個体数を把握したり、赤外線センサーにより夜間の哺乳類の分布を調査するような手法も用いられるようになってきた。とは言え、ドローンによって調査できる範囲は限られており、広域的な生物多様性モニタリングは現実的ではない。

そのような状況の中で、近年は LiDAR（レーザー測量）の技術を用いた生態系の地図化が数多く試みられるようになってきた(Davies and Asner, 2014)。LiDAR は、自動運転に欠かせない技術であるが、光を用いて物体の検知と距離の計測を行うものである。環境分野では、樹木のバイオマスの推定や災害による地形の変化などに活用されてきており、主には航空機に搭載された LiDAR により地表面の計測がなされる。陸域に生息する生物にとっては植生の構造がその分布や多様性に影響を及ぼすため、生態系を三次元で把握するために活用さるようになり、数々の知見が蓄積されてきた(Davies and Asner, 2014)。航空 LiDAR のデータの取得には多額の費用が必要となるため、生態学的な研究に活用することは容易ではなかったが、日本に関して言えば、既存のデータ取得範囲を示した航空レーザ測量データポータルサイト（https://www.sokugikyo.or.jp/laser/）が整備され、公的な機関が発注したデータについては、研究目的で活用できるようになった。加えて、飛行機により取得される LiDAR よりは精度が下がるが、人工衛星による合成開口レーダー（SAR）も同様に地表面の凹凸を観測することができ、ALOS-2 が搭載しているセンサーPALSAR-2 では植生などを透過し、地表面を観測することも可能になった。航空 LiDAR は 1m以下という高解像度を誇るが、PALSAR-2 でも 1m×3mという高解像度が実現するようになった。SAR を使って広域的な生物多様性をモニタリングしようとする研究はヨーロッパで始まりつつある(Bae et al., 2019)。

２．研究の目的

本研究は LiDAR や SAR といったセンサーを含む、リモートセンシングを用いて、広域的に森林生態系の生物多様性を地図化することを目的とする。森林生態系を対象とする理由は、日本においては国土の 3 分の 2 以上が森林で覆われている代表的な生態系であること、もう一つは、植林地や里山と呼ばれるような雑木林の管理が放棄される中で、森林の生物多様性がどのように変化していくのか明らかにすることは生物多様性保全上も緊急性が高いからである。ハビタットを地図化するのではなく、生物多様性を直接地図化する試みは、既に一部試みられているものの、広域的なものは国際的にもほとんど例がない。本研究では鳥類を主な対象分類群とし、さらに昆虫類も対象にする。分類群を越えた生物多様性地図化も新たな試みである。本研究が提案する生物多様性地図化は、リモートセンシングデータに基づくものであるため、モデル化がなされれば（適宜検証は必要であるが）今後の経年的なモニタリングは極めて容易になる。

３．研究の方法

研究は島嶼部を除く、日本全国を対象とする。生物多様性に係わる生物分布情報として、環境省が公開しているモニタリングサイト 1000 のうち、陸域の森林・草原のモニタリングサイトを採用する。環境省によれば森林・草原のサイトは合計 467 あり、そのうち 48 が研究者により調査が行われているコアサイト、準コアサイトである。それ以外は市民調査員の調査による陸生鳥

類サイトである。つまり、467 のサイトで鳥類の調査が行われており、モニタリングサイト 1000 の中でも最も数が多い。よって、まず分類群として鳥類を対象とする。鳥類の調査方法は、実施された年によって若干異なっているが、1㎞ 程度の範囲において年に 4 回の調査がなされ、出現した種と個体数が記録されている。なお、先に述べたように 467 のサイトには草原環境も含まれるため、分析の際には草原のサイトを除外する。研究開始時点にこれらのモニタリングサイトの環境を確認する必要があるが、明らかに生物多様性が低い植林地、さらには管理が放棄されているような植林地はモニタリングサイトとして選定されていない可能性がある。しかし、生物多様性を地図化する手法を確立するためには多様性が低い地域の情報も不可欠であるため、植林地を中心にサイトを追加し、それらについては鳥類調査を実施する。鳥類の調査方法はモニタリングサイト 1000 の方法に準ずる。追加するサイトは既存のモニタリングサイトの確認を経て決定するが、日本全国に均等に選定した。

採用するリモートセンシングデータは ALOS-2 の PALSAR-2 のみならず、それ以外の衛星データ、そして航空 LiDAR である。2020 年度には ALOS-4 が打ち上げられる予定であるので、供用が開始され次第、活用する予定である。はじめに航空 LiDAR を活用し、森林の階層構造が鳥類の多様性をどの程度指標できるか明らかにする。

鳥類の多様性は植生の階層構造の複雑さに影響を受けることが広く知られており、植生の階層構造についてのリモートセンシングデータを用い、鳥類の多様性を評価しようとすることは極めて妥当である。目的変数とする鳥類の多様性は、種数や多様度指数に加え、functional diversity と taxonomical diversity も設定する。機能の区分としては、食性と営巣場所の選好性を想定している。これらの鳥類の多様性に係わる目的変数に対し、LiDAR を始めとした各種リモートセンシングデータを説明変数とし、一般化線形モデル(GLM)を作成する。あてはまりの良いモデルが作成できれば、そのモデルを外挿することにより、広範囲の生物多様性地図を作成することができる。モデルの作成は、モニタリング 1000 の森林・草原の 467 サイトのうち、草原のサイトを除外し、新たに植林のサイトを加える。現時点で対象とするサイトの合計数を確定できないが、それらのサイトから無作為に 1 割のサイトを抽出し、これらは当初のモデル化には使用しない。残り 9 割のサイトのデータから作成されたモデルを使わなかった 1 割のサイトのデータで検証を行う。LiDAR を用いたモデル化が完了したのちに、SAR を用いて同様にモデルを作成する。LiDAR に比べ、解像度が下がる SAR ではモデルの説明率が減少することが予測される。一方で、膨大な点群データとなり、またポータルサイトは整備されたものの広範囲で均一のデータを必ずしも取得できない LiDAR に比べ、SAR は広域的なデータの処理が容易である。さらに、ALOS-2 の後継機 ALOS-4 では一度に取得できる範囲が 4 倍になり、さらにデータの取得頻度が 5 倍になり、年に 20 回の観測が可能である。よって、異なる季節のデータを組み合わせての分析が容易になる。

次に、鳥類とは異なる分類群として地上徘徊性甲虫類を対象とし、調査を行う。地上徘徊性甲虫類はモニタリングサイト 1000 のコアサイトで調査が行われており、植物と鳥類以外で数多く調査されている唯一の分類群である。20 のコアサイトにおいては既に調査結果が存在し公開されている。加えて、森林のサイトから 30 箇所を選定し、コアサイトでなされているのと同様のピットフォールトラップによる調査を行う。合計 50 箇所の甲虫類の多様性が鳥類と同様にどのようなリモートセンシングデータにより説明しうるかモデルを作成し、明らかにする。

４．研究成果

(1)モニタリングサイト 1000 のデータ取得と現地調査

モニタリングサイト 1000 は、環境省自然環境局生物多様性センターのホームページにおいて、サイトの位置、各分類群の調査結果、結果の概要などが公開されているが、サイトの詳細な位置情報は、非公開となっている。そこで、生物多様性センターより森林・草原のサイトの詳細な位置情報の提供を受け、GIS 上に整理した。コアサイト、準コアサイトについては、位置情報が概ね正確であったが、一般サイトについては、そのままの緯度経度ではサイトが海上に位置しているなど、明らかに不正確な位置情報が数多く見られ、情報の登録の際の入力間違いを想定し、位置情報を修正した（図 1）。

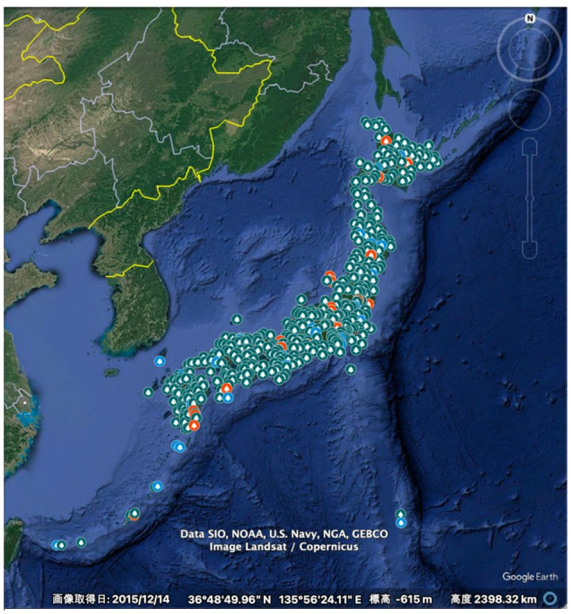

図 1　森林と草原のモニタリングサイト

モニタリングサイト 1000 では、コアサイトにおいては概ね毎年調査が実施されており、準コアサイトがそれに準ずるが、一般サイトにおいては 5 年に 1 度程度か、それ以下の頻度で調査が行われている。本研究の鳥類調査については、調査年度が大きく異なる結果を比較するのは適切でないと判断し、2015 年度越冬期から 2019 年度越冬期まで、繁殖期の調査 4 回、越冬期の調査 5 回を対象とした。20 のコアサイトのすべてで繁殖期の調査は毎回実施されていたが、

越冬期については、6 箇所で全く調査がなされていなかった。準コアサイトについては、1 回以上調査がなされている 27 サイトを対象とした。一般サイトについては、この期間内に調査がなされていないサイトも多く、1 回以上調査がなされていたサイトは合計 387 サイトであった。

地上徘徊性甲虫類については、主にコアサイトで調査がなされているが、総数が限られるため 2004 年から 2018 年の調査結果を対象として選定した。その結果合計 33 サイトが選定された。ただし、そのうち 4 サイトでは最近 10 年以上調査がなされておらず、対象地も隣接して位置するなど、ばらつきが大きかった。

研究方法で述べたように本研究ではモニタリングサイト 1000 のデータの取得と並行して、鳥類と地上徘徊性甲虫の現地調査を日本全国で行う予定としていた。鳥類については、利用できるモニタリングサイト 1000 は合計 434 サイトとなったので、これに加えて 30～40 箇所の植林地を選定し、鳥類調査を行う予定であった。しかし、本研究が開始した 2000 年度から新型コロナウイルス感染症拡大を受けて、出張が制限され、数多くの現地調査を研究期間内に行うことが困難となった。一方で、モニタリングサイト 1000 の位置情報から周囲 1㎞ の現存植生を分析したところ、スギ・ヒノキ植林の面積を多く含むサイトも数多く見られ、また現地を訪れることによりそのような状況を確認できたことから、数多くの鳥類調査、地上徘徊性甲虫調査は行わないこととした。なお、後に記載するようにサイトを絞っての現地調査は実施した。

（2）リモートセンシングデータの取得

研究計画で述べたように本来 2020 年度に ALOS-4 が打ち上げられ新たな SAR のデータが取得できる予定であったが、打ち上げが遅れに遅れ、2023 年 3 月に実施されたものの、打ち上げ自体が失敗に終わり、ALOS-4 のデータの活用が不可能になってしまった。よって、本研究では 2022 年度に ALOS の PALSAR の補正済みデータを入手することに方針を転換した。加えて、日本全国をカバーするように LANDSAT の 2000 年から 2022 年のデータを取得し、全国で整備した。衛星データ以外については、モニタリングサイト 1000 のサイトの一つが位置する山形県庄内平野において、研究協力者より航空 LiDAR のデータの提供を受けた。庄内平野の海岸林には、同所的に複数の猛禽類が繁殖している全国的にも特筆すべき地域である。研究協力者とともに、オオタカ、ノスリ、ミサゴ、トラフズク、フクロウの営巣場所を特定し、営巣に影響を及ぼす環境要因の分析を行っているが、オオタカについては、ほぼマツ林を利用しており、大径木のマツの存在と林内構造の複雑さが営巣に影響を及ぼしていることが明らかになってきており、航空 LiDAR であれば、それらを推定する可能性があることが分かってきた。同時に、地上設置型 LiDAR スキャナを用いて、林内の構造を把握し、航空 LiDAR との比較を試みたが、林床に低木類が繁茂する森林環境では林内の構造を十分に測定することは容易ではなく、時間コストが大きい上に、熟練が必要となることが分かった（図 2）。なお、並行してドローンにより空撮を行い、オルソ画像を作成し、林冠構造を分析したが、マルチコプター型のドローンでは、一度に取得できる画像範囲が数 ha 程度であるため、航空 LiDAR を用いた方が林冠構造の把握という意味では大きなアドバンテージがあることが分かった。ただし、航空 LiDAR は個別に取得するためには多額の費用を要するため、アーカイブされたデータが公開されている場所に利用が限定されるというデメリットがある。

図 2　地上設置型 LiDAR スキャナによる計測

（3）地上徘徊性甲虫の分布パターン

地上徘徊性甲虫については、2009 年から 2018 年に調査が行われた 30 サイトのデータを分析した。同定されていない種は分析対象から除外し、合計 305 種を対象とした。モニタリングサイト 1000 における地上徘徊性甲虫はピットフォールトラップ法によって調査され、捕獲された個体ごとの情報が記録されている。非計量多次元尺度構成法（NMDS)を用いて、甲虫類の出現種の類似度に基づきサイトを序列化した。その結果、サイトは大きく北海道のグループ、本州のグループ、沖縄・奄美群島のグループに区分されることが分かった。北海道のグループはヒメグロオサムシ、沖縄・奄美群島のグループはアマミヒメクロコガネが指標種となり、本州のグループは、クロナガオサムシを指標とするグループとクビナガゴモクムシを指標とするグループの 2 つに分かれた。クロナガオサムシを指標とするグループは、標高が 400m 以上、平均気温が 10 度以下に位置するサイトのみであった。

モニタリングサイト 1000 において地上徘徊性甲虫の調査がなされているのは、30 サイトのみであったため、河川水辺の国勢調査における陸上昆虫類等調査から地上徘徊性甲虫のうちでも日本固有種であるマイマイカブリの個体数を用いて、生息適地分析を行った。河川水辺の国勢調査では代表的な種しか対象として選定されていないが、モニタリングサイト 1000 に比べると数多くの河川において調査が実施されている。分析の対象は 2012 年～2020 年までの調査結果のうち、九州地方の 191 地点とした。マイマイカブリの個体数を目的変数、調査対象地点の周囲の植生を説明変数とし、一般化線形モデル（ポアソン分布）により分析したところ、都市的土地利用

が負の影響を、畑地と水辺林の割合が正の影響を及ぼしていることが明らかになった。

（4）日本で繁殖するジョウビタキの繁殖環境

ジョウビタキは中国北部、モンゴル、ロシア東部、朝鮮半島などで繁殖し、冬期に日本に滞在するいわゆる冬鳥として知られるが、八ヶ岳で少数の個体が繁殖したことが報告されてから近年国内のいくつかの地域で繁殖が確認されるようになってきている。このような経年変化を把握することができるのが、モニタリングサイト 1000 の様な定点モニタリングの強みである。ジョウビタキの繁殖が最初に確認された場所は、モニタリングサイト 1000 の対象サイトではないが、対象サイトでは 2020 年度繁殖期調査で初めて 3 回で確認されている。1 箇所は長野県諏訪市のサイトで、2 箇所は鳥取県大山町のサイトであり、大山町ではそれ以前も繁殖が報告されていた。2021 年度繁殖期には、2020 年度とは異なる場所で 4 箇所の繁殖が確認されており、繁殖地が拡大している様子がうかがえる。本研究では、研究協力者とともにモニタリングサイト 1000 の対象地ではないが、これまで継続して繁殖が確認されている長野県霧ヶ峰高原において、繁殖場所の選好性を分析した。ジョウビタキの縄張りの想定した空間スケールでは、高層の建物など規模大きな建築物を忌避していることが明らかになった。営巣場所の選択というよりミクロのスケールでは、人の利用頻度が高い建物の一部（郵便ポストなど）あるいはその近くを利用していることが明らかになった。その他のジョウビタキが繁殖するようになった地域には別荘地が含まれている例があり、人工物と人の存在を利用しつつも、広範囲を人工物に被覆される環境は避けていることが分かった。なお、ジョウビタキに利用される人工物の構造の特徴を把握するために地上設置型 LiDAR スキャナを用いて、営巣場所の 3D モデルを作成したが、巣がかけられていないダミーの調査地点との間に明確な差は見られなかった。よって巣をかける場所は、人間の利用頻度に依存していることがうかがえる。

（5）ドローンを用いた動物のモニタリング

先に述べたようにドローンによる環境のモニタリングは、限られた範囲では有効であるものの広域的な環境要因の把握には適さない。一方で、衛星や航空機によるリモートセンシングに対して、いつでも行うことができ、高頻度のモニタリングには適している。加えて、赤外線や近赤外線センサーを有するドローンも市販されるようになり、LiDAR を搭載するドローンも使われるようになってきた。本研究では、赤外線センサーを搭載したドローンを用いて、夜間における動物のモニタリングを実施した。哺乳類や一部の鳥類は、夜間に活発に活動するが、そのモニタリングは容易ではない。赤外線センサーを用いた定点カメラが一般的に活用されているが、一定の範囲を網羅するためには多数のカメラを必要とする。本研究では、夜間に活動する水鳥とイノシシのモニタリングを行った。水鳥については、兵庫県播磨町のため池において、赤外線センサーを搭載したドローンと暗視スコープを用いた個体数カウントを比較したところ、大きなため池においてはドローンを用いた方が正確に数を把握できた。しかし、赤外線センサーによる画像では種を判別することは困難であった一方、暗視スコープによる判別は鳥類調査に熟練した調査者であれば可能であった。

イノシシについては、神奈川県小田原市の農村地域において赤外線センサーを搭載したドローンでモニタリングを行った。イノシシによる農作物被害や人的被害は日本各地で報告されており、深刻な課題となっている。獣害を減らすために捕獲が試みられているが、猟師の高齢化や減少により効率的な対策が求められるものの生息密度を推定することも容易ではない。現時点で最も一般的な生息密度の推定方法は、赤外センサーカメラで取得した画像を元に推定するもので、密度推定のために重要な変数となるイノシシの移動速度をカメラの前を横切った動画を元に算出している。カメラの前での行動は様々で計測される移動速度にもばらつきが大きい。本研究では、夜間にドローンによりイノシシを発見し、動画を撮りながらその移動を追跡することでイノシシの移動速度を推定する手法を確立した。その結果、11 本の動画を用いてイノシシの移動速度の平均は、24 時間で 1.54㎞であったと推定した。このようなモニタリングは限られた範囲で集中的に行わなければならないが、その結果は周辺地域でも活用しうる。

＜引用文献＞

Bae, S., Levick, S., Heidrich, L., Magdon, P., Leutner, B., Wöllauer, S., Serebryanyk, A., Nauss, T., Krzystek, P., Gossner, M., Schall, P., Heibl, C., Bässler, C., Inken, D., Schulze, E., Krah, F., Culmsee, H., Jung, K., Heurich, M., Fischer, M., Seibold, S., Thorn, S., Gerlach, T., Hothorn, T., Weisser, W., and Müller, J. (2019) Mapping forest biodiversity of tiny organisms from space is not a vision any more. In 49th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland, Münster, 539.

Davies, A. B. and Asner, G. P. (2014) Advances in animal ecology from 3D-LiDAR ecosystem mapping. Trends Ecol Evol. 29(12):681-691.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計5件（うち査読付論文　4件／うち国際共著　1件／うちオープンアクセス　2件）

１．著者名 Sasaki, K.; Hotes, S.; Ichinose, T.; Doko, T.; Wolters, V.	４．巻 10
２．論文標題 Hotspots of agricultural ecosystem services and farmland biodiversity overlap with areas at risk of land abandonment in Japan	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Land	６．最初と最後の頁 1031
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ land10101031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

１．著者名 Iwamoto, M., Nogami, S. Ichinose, T. and Takeda, K.	４．巻 -
２．論文標題 Unmanned aerial vehicles as a useful tool for investigating animal movements	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Methods in Ecology and Evolution	６．最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/2041-210X.13829	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 一ノ瀬友博	４．巻 128
２．論文標題 地球環境時代の田園自然再生	５．発行年 2022年
３．雑誌名 季刊JARUS	６．最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Ishii Hanaka、Yamaji Masanori、Natsukawa Haruki、Ichinose Tomohiro	４．巻 21
２．論文標題 Breeding Habitat Selection of the Daurian Redstart Phoenicurus auroreus at the Nest and Territory Scale	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Ornithological Science	６．最初と最後の頁 227-234
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2326/osj.21.227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Shimizu, T., Natsukawa, H., Yuasa, H., Kuroda, H. and Ichinose, T.	４．巻 22
２．論文標題 DNA metabarcoding analysis of long-eared owl Asio otus pellets reveals small animals as its prey	５．発行年 2023年
３．雑誌名 KEIO SFC Journal	６．最初と最後の頁 336-347
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計3件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 二川原湧・夏川遼生・湯浅拓輝・一ノ瀬友博
２．発表標題 都市近郊におけるアオゲラPicus awokeraの生息適地モデル
３．学会等名 日本生態学会大会
４．発表年 2022年

１．発表者名 山田由美・佐川志朗・出口智広・吉田丈人・瀧健太郎・一ノ瀬友博
２．発表標題 コウノトリ野外放鳥個体の利用分布に対する景観パターン分析
３．学会等名 日本生態学会大会
４．発表年 2022年

１．発表者名 川上仁之・佐々木恵子・一ノ瀬友博
２．発表標題 モニタリングサイト1000の調査データを用いた地上徘徊性昆虫の群集パターン解析
３．学会等名 日本景観生態学会
４．発表年 2023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
研究協力者	井本　郁子 (IMOTO Ikuko)	慶應義塾大学・SFC研究所・上席所員 (32612)	
研究協力者	清水　拓海 (SHIMIZU Takumi)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科・博士課程 (32612)	
研究協力者	湯浅　拓輝 (YUASA Hiroki)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科・博士課程 (32612)	
研究協力者	石井　華香 (ISHII Hanaka)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科・修士課程 (32612)	
研究協力者	奈良　晃太 (NARA Kota)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科・修士課程 (32612)	
研究協力者	川上　仁之 (KAWAKAMI Hitoshi)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科・修士課程 (32612)	
研究協力者	岩本　将道 (IWAMOTO Masamichi)	慶應義塾大学・総合政策学部 (32612)	

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