

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：87101

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K15869

研究課題名（和文）高い生物多様性を内包する里山環境の変遷を追う：指標種ノスリを用いた検証と予測

研究課題名（英文）Verification and prediction of changes in satoyama environments with high biodiversity using the habitat characteristics of the Eastern Buzzard, an index species

研究代表者

中原 亨（Nakahara, Toru）

北九州市立自然史・歴史博物館・自然史課・学芸員

研究者番号：10823221

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、冬季の里山生態系の頂点に位置する高次捕食者である猛禽類ノスリをGPSロガーによって追跡することで、行動圏や利用環境を明らかにし、生物相調査を通じて、利用環境内の生物多様性を示した。さらに、生息適地を推定するモデルを構築し、過去の土地利用や将来の土地利用予測に外挿することにより、過去から将来にかけてノスリの生息適地がどのように変遷するかを明らかにした。ノスリは幅広い食性を持ち、多くの生物種との直接的・間接的な相互作用があることから、高い生物多様性を内包する環境の指標となりうる種であり、生息適地の増減を推定したことにより、生物多様性の高い地域がどのように変遷するかを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生物多様性の損失を阻止することは、世界的課題として持続可能な開発目標（SDGs）のゴールの1つにも挙げられているが、その前段階として、「高い生物多様性を内包する環境」が現在どの程度残存しているかを把握し、増減の可能性を予測することは重要である。本研究ではノスリという、生物多様性の指標となる生物の生息実態を組み込むことで、高い生物多様性を内包する環境の増減をより可視化しやすくする可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the home range and the habitat environment of the Eastern Buzzard, a top predator in Satoyama in winter, using GPS tracking. We also investigated the biodiversity of the habitat of tracked individuals. Moreover, a habitat estimation model of the buzzard was developed and extrapolated to the past environment and future environment predicted to reveal how the suitable habitat of the buzzard changes from the past to the future. Since the buzzard has a wide range of feeding habits and direct and indirect interactions with many organisms, the buzzard makes it a potential indicator of an environment containing high biodiversity. By estimating changes in the habitat suitability of the species, we have shown how areas of high biodiversity may change over time.

研究分野：生態学・鳥類学

キーワード：ノスリ アンブレラ種 生物多様性 二次的自然 利用環境 遠隔追跡 GPSロガー

## 1. 研究開始当初の背景

生物多様性の損失を阻止することは、世界的課題として持続可能な開発目標 (SDGs) のゴールの1つにも挙げられている。日本では、統計情報のある1960年以降、耕作放棄による荒廃と宅地開発を主要因として農地が150万ha以上も減少しており(農林水産省2024, 食料・農業・農村白書) 同時多発的な里山環境の喪失に伴う生物多様性の損失が生じている。こうした事態は、里山環境のもたらしていた生態系の生息・生育地サービスの喪失や、人間が身近に、気軽に自然環境の豊かさを実感する場を失わせるという文化的サービスの喪失を引き起こしている。

生物多様性の損失を阻止するための前段階として、「高い生物多様性を内包する環境」が現在のどの程度残存しているかを把握し、増減の可能性を予測することは重要である。高い生物多様性を内包する里山環境の残存状況をより正確に把握し、将来予測を行うには、生物の生息実態を組み込んだ、生物多様性の評価手法を開発することが必要である。もし、存否が生物多様性を反映するような指標種の生息環境を予測するモデルを構築することができれば、生物多様性の高い環境を効率的に抽出し、その変遷を明らかにすることができると考えられる。

猛禽類のノスリは冬季の里山生態系の頂点に位置する高次捕食者であり、小型哺乳類・鳥類・両生類・爬虫類・昆虫類などを幅広く捕食するため、多くの生物種との直接的・間接的な相互作用がある。また、ノスリは適度な大きさがあることから、GPS ロガーを装着して行動圏を把握し、生息環境を詳細に調べあげることが可能である。さらに広範囲に分布し、比較的個体数の多い普通種であるため、指標種として、広域における生物多様性の評価を効率的に行うことが可能であると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、里山環境下で越冬するアンブレラ種の猛禽類ノスリを指標種として、ノスリの存否をもとに高い生物多様性を内包する環境を抽出し、その変遷を明らかにすることを目標としたものである。

## 3. 研究の方法

本研究ではまず、九州で越冬するノスリにGPS ロガーを装着して追跡し、行動圏と利用環境を明らかにした(1)。次に追跡個体のいる地域において、ノスリの行動圏内に生息する生物相の調査を行った(2)。さらに、得られたノスリの位置情報とGIS解析によって、ノスリの生息(越冬)適地を推定するモデルを構築し、それを外挿することによって現在・過去・将来における九州全域の生息ポテンシャルマップを作成した(3)。これらの結果をもとに、高次捕食者が存在できる、高い生物多様性を内包する環境が将来どの程度維持される可能性があるのかを検討した。

### (1) ノスリの追跡と行動圏・利用環境の解明

福岡県・長崎県・宮崎県において捕獲調査を実施し、GPS ロガーを装着しておおよそ4時間おきの位置情報を得た。過去に捕獲追跡した個体も含め23個体の越冬期(2016-2017年~2020-2021年)の位置情報データを使用し、dynamic Brownian Bridge Movement Model (dBMM)を用いて行動圏(95%利用分布)を推定した。さらに1/25000植生図をもとに行動圏内の環境を調査した。

### (2) ノスリ生息地の生物相調査(鳥類・哺乳類)

追跡個体のいる長崎県の果樹園の多い地域1か所(2019-2020年)と、福岡県の水田・畑地の多い地域1か所(2020-2021年)において、スポットセンサス法とセンサーカメラを用いて、12月~2月のノスリ行動圏内の鳥類・哺乳類の調査を行った。スポットセンサスは20分間とし、各調査地において午前・午後の2回×月3回×3か月×8地点で実施し、鳥類種と個体数を記録した。カメラは、長崎県の調査地では17か所(果樹園9台、林縁部4台、荒地4台)、福岡県の調査地では20か所(林縁部10台、水田・畑地8台、荒地2台)に各月約1週間ずつ設置し、哺乳類の通過をセンサーが感知してから20秒間の録画を行った。

### (3) ノスリ生息ポテンシャルマップの作成・比較

九州における追跡個体の冬季の位置情報・追跡個体以外の冬季の目撃地点情報と、2016年の国土数値情報・基盤地図情報から集約した3次メッシュスケールデータを利用し、Maxentを用いて生息適地推定を行った。さらに、同様に集約した1976年の3次メッシュデータと、2050年の土地利用予測の3次メッシュデータ(Ohashi et al. 2019, *Transaction in GIS*, 人口偏在化(集中化)シナリオ及び人口均一化(分散化)シナリオを使用)に推定したモデルを外挿し、過去・現在・将来のノスリの生息確率を比較して地図化した。説明変数には、メッシュ内の「水田の割合」「水田以外の耕作地の割合」「建物用地の割合」「森林・荒地の割合」「その他用地の割合」「標高のばらつき(SD)」を使用し、一次項・二次項・交互作用も考慮した。

## 4. 研究成果

### (1) ノスリの追跡と行動圏・利用環境の解明

行動圏の大きさは、個体ごとに大きくばらついていた。森林植生と農地植生が優占するエリアを行動圏とする傾向にあったが、細かな植生の種類は地域によって異なっていた。おおよそ、長崎県では果樹園、宮崎県では針葉樹林と水田・畑地、福岡県では竹林・針葉樹林と水田・畑地（個体によっては果樹園）が優占しているエリアを利用していた（図1）。

これらの結果は、行動圏における農地および森林環境の重要性と、それぞれの地域の土地利用を反映した里山環境を利用している可能性を示唆していた。農地パッチは採餌場所、森林パッチはねぐらや採餌時のとまり場所として機能していると考えられる。

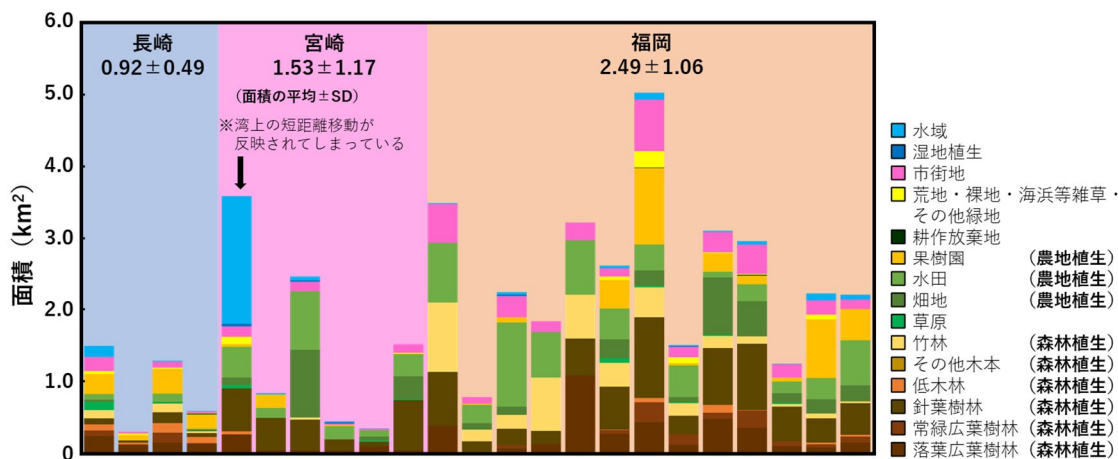


図1 ノスリの追跡個体別の行動圏サイズと利用環境

なお、ノスリの捕獲追跡の副産物として、九州ではノスリ2亜種が越冬しており、それらの渡り経路が日本海を挟んで大陸側と日本列島側に大きく分かれていることが明らかになった（Nakahara et al. 2022, IBIS）。

### (2) ノスリ生息地内の生物相調査（鳥類・哺乳類）

長崎県の調査地においては、スポットセンサスにおいて延べ41種、5,216個体の鳥類が記録された。センサーカメラには延べ7種132回、哺乳類が記録された。うち、果樹園では7種72回、林縁部では5種36回、荒地では5種24回の動画が記録された。

福岡県の調査地においては、スポットセンサスにおいて延べ45種、4,682個体の鳥類が記録された。センサーカメラには延べ10種302回、哺乳類が記録された。うち、林縁部では9種211回、水田・畑地では7種73回、荒地では7種18回の動画が記録された。

なお、長崎県の調査地においては、ノスリ行動圏のコアエリア（50%利用分布）内外で鳥類の個体数に有意な差があり、コアエリア内でより多く確認された。ホオジロ類やメジロの数が有意に多かったほか、ヒヨドリも多い傾向にあった。ここではコアエリア内外に柑橘類の果樹園が広がっていたが、コアエリア内の果樹園のほうには果樹の防護ネットなどが少なく、また、適度に草刈り等の管理がなされていたため、これらの鳥類が誘引されていた可能性がある。

### (3) ノスリ生息ポテンシャルマップの作成・比較

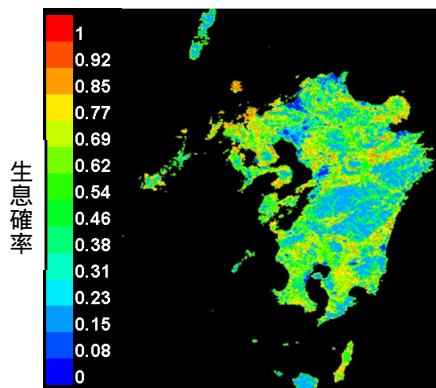


図2 2016年の地理情報をもとに推定された越冬期のノスリの生息適地

ノスリの追跡位置情報・観察情報と2016年の土地利用データをもとにMaxentを用いて現在の生息適地推定を行ったところ、AUCは0.726であった。推定結果をもとに生息確率を地図に示したところ、生息適地は山際の農地周辺に広がっていた（図2）。

推定したモデルを1976年の土地利用と2050年の土地利用予測データに外挿し、年代間の生息確率を比較したところ、1970年代から現在にかけては九州全域的に生息確率が減少していた。一方、現在から2050年にかけては増加する地域と減少する地域の両方があった。人口均一化（分散化）シナリオ下では、ノスリの生息確率により増加の傾向が見られた（図3）。

現在にかけてのノスリの生息確率の減少は、高度経済成長期以降の農地減少・里山環境の喪失と関連している可能性がある。また、将来にかけてのノスリ生息確率の減少は山間部の森林化と関連がある可能性があるだろう。ノスリは一様な森林地帯よりも農地と森林の両方を含むモザ

イク状の環境を好むため、森林化が進むと推測されるエリアで減少する結果が出たと考えられる。一方で、生息確率の増加は、森林・農地が混在するモザイク状の景観構造が維持されることと関連するだろう。このような環境は、特に人口均一化(分散化)シナリオ下で維持されると考えられ、将来のノスリの生息適地となりうるのかもしれない。

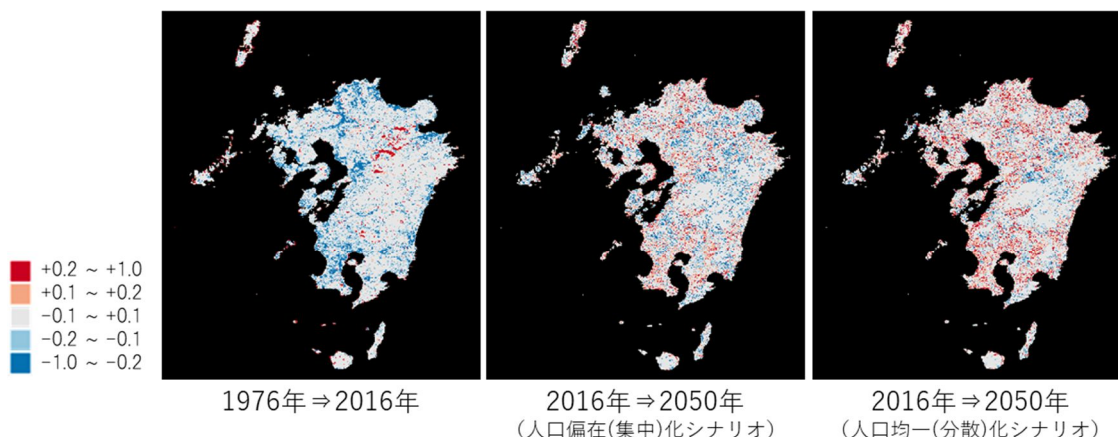


図3 推定したノスリの生息確率の変化

本研究では、高い生物多様性を内包する里山環境を好むノスリの越冬期の生息適地の時系列変化を明らかにした。ノスリの越冬環境が生物多様性の高さを反映していると考えられるならば、高い生物多様性を内包する自然環境が1970年代から現在にかけて大きく減少したことは疑いの余地はないだろう。一方で、2050年にかけては、そうした高い生物多様性を内包する環境は人口動態によって左右される可能性が伺える。人口が偏在化(集中化)するか均一化(分散化)するかによって、異なる土地利用が予測され、その結果に従って高い生物多様性を内包する環境が喪失、または創出・維持されうる。本研究ではノスリという生物の生息実態を組み込むことで、生物多様性を内包する環境の増減をより可視化しやすくする可能性を示すことができたが、一方で、適切な指標種の選定が出来なければ適切な評価が難しいことにも留意することは必要であろう。

<引用文献>

農林水産省. 2024. 令和5年度 食料・農業・農村白書.

Nakahara T, Nagai K, Iseki F, Yoshioka T, Nakayama F and Yamaguchi N M. 2022. GPS tracking of the two subspecies of the Eastern Buzzard (*Buteo japonicus*) reveals a migratory divide along the Sea of Japan. *IBIS* 164: 1192-1200.

Ohashi H, Fukasawa K, Ariga T, Matsui T and Hijioka Y. 2019. High-resolution national land use scenarios under a shrinking population in Japan. *Transactions in GIS* 23: 786-804.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Toru Nakahara, Kazuya Nagai, Fumitaka Iseki, Toshiro Yoshioka, Fumihito Nakayama, Noriyuki M. Yamaguchi	4. 巻 164
2. 論文標題 GPS tracking of the two subspecies of the eastern buzzard (<i>Buteo japonicus</i>) reveals a migratory divide along the Sea of Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ibis	6. 最初と最後の頁 1192 ~ 1200
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ibi.13093	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4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中原 亨・長井和哉・伊関文隆・吉岡俊朗・中山文仁・山口典之
2. 発表標題 追跡から判明したノスリにおけるmigratory divideと大陸産ノスリの正体
3. 学会等名 日本鳥学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中原 亨・伊関文隆・中山文仁・山口典之
2. 発表標題 九州で越冬する猛禽類ノスリの生息適地の変遷
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会 福岡（オンライン開催）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中原 亨・伊関文隆・吉岡俊朗・長井和哉・雀ヶ野孝・大槻恒介・中山文仁・山口典之
2. 発表標題 「2羽どまり」の謎：九州で越冬する渡り性猛禽類ノスリの縄張り共有行動
3. 学会等名 日本鳥学会2021年度大会 オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中原 亨・伊関文隆・中山文仁・山口典之
2. 発表標題 西日本で越冬するノスリの生息地選択
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会 岡山（オンライン開催）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>一般向けの講演として、          中原 亨. 越冬地から切り拓くノスリ研究の新境地. 我孫子市鳥の博物館「鳥博セミナー」. オンライン 2023.9          中原 亨. 渡る猛禽類のふしぎな生態. 福岡市科学館サイエンスカフェ. 福岡 2023.2          の2件を実施した。</p>
---

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	山口 典之  (Yamaguchi Noriyuki)		
研究協力者	中山 文仁  (Nakayama Fumihito)		
研究協力者	伊関 文隆  (Iseki Fumitaka)		

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
研究協力者	吉岡 俊朗  (Yoshioka Toshiro)		
研究協力者	長井 和哉  (Nagai Kazuya)		
研究協力者	戸上 誉也  (Togami Takaya)		
研究協力者	岡部 海都  (Okabe Hiroto)		

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