

令和元年6月11日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K08131

研究課題名(和文) 日独の比較による普遍的な里山ランドスケープの生物多様性評価手法の確立

研究課題名(英文) Biodiversity evaluation of rural landscapes in Japan and Germany

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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：日本とドイツの里山ランドスケープを対象に生物多様性の評価を行った。対象とする生物として昆虫類、両生類、鳥類、哺乳類などを検討し、特に猛禽類とコウノトリ(ドイツではシュバシコウ)を生息地として重要な環境要因を明らかにし、潜在的な生息地を推定した。ドイツのラーン川の流域(ヘッセン州)においては2000年以降、シュバシコウの生息適地が一度減少したものの2012年には2000年に比べて大きく増加していることが分かった。日本のコウノトリの生息適地は災害リスクと重なっていることが明らかになった。福井県三方五湖地域におけるシナリオ分析によって生息地保全と災害リスクの低減が両立しうることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

猛禽類の食性解析では未だ適用例が少ないDNAバーコーディングの手法を用いて、簡便に食性が把握できることを示した。また、野生に復帰したコウノトリを対象として世界で初めて生息適地推定を行った。シナリオ分析による結果からは、急速に人口が減少する局面において安全・安心な生活の確保と生物多様性保全が経済的にも両立しうることを示せた。この結果は今後の里山ランドスケープの生物多様性保全にとって大きな一歩になったと言える。

研究成果の概要(英文)：I evaluated biodiversity in rural landscapes in Japan and Germany. Two raptors (*Accipiter gentilis* and *Asio otus*) and two white storks (*Ciconia ciconia* and *Ciconia boyciana*) were selected as an umbrella species from insect, amphibian, bird, mammal species and environmental factors of their habitats were detected. The total area of the potential habitat of *Ciconia ciconia* increased from 2000 to 2012 in the basin of Lahn River, Hessen. The most potential habitats of *Ciconia boyciana* were located within flood and landslide risk areas. The Scenario analysis showed that relocation of residential areas on hazard areas and restoration of habitat compatible under the depopulation situation.

研究分野：緑地生態学

キーワード：ドイツ 日本 コウノトリ 猛禽類 生息適地推定 神奈川県 福井県

1. 研究開始当初の背景

日本では里山ランドスケープにおける生物多様性に早くから着目しており、国家戦略では、里山を始めとした二次自然におけるアンダーコースを生物多様性の3つの危機の一つに挙げている。これは国際的にも先駆けた取り組みで、COP10では、持続可能な資源利用のあり方として、里山が一つのシンボルとして取り上げられ、SATOYAMA イニシアティブが合意された。里山は、日本の農村地域に形成されてきた二次自然であるが、同様の環境は世界各地に見いだすことができ、それらの伝統的な知恵を各地で掘り起こし、世界で共有し、持続可能な社会の実現のために次の世代につなげていくことを目指している。しかし、里山ランドスケープは、人為的な影響下に成立しているため、開発や農業の衰退などの影響を受けやすい環境である。様々な土地利用がモザイク的に分布しており、それらが短期間に変化することも多いので、その生物多様性評価手法も確立されていない。近年は温暖化ガスの削減、自然再生エネルギーの導入、食料安全保障など、様々なグローバルな課題が、これらの地域に劇的な変化をもたらそうとしている。よって、実現すべき将来像に基づいて生物多様性を予測・評価し、それを手がかりに意志決定をしていく必要がある。

2. 研究の目的

生物多様性が高い空間である里山ランドスケープは、人為的な影響下に成立しているために、開発や農業の衰退などの影響を受けやすい。様々な土地利用がモザイク状に分布し、短期間に変化することも多いために、その生物多様性評価手法も確立していない。本研究では、まず里山ランドスケープの生物多様性評価手法を確立する。さらに、市民による意志決定を支援するために、シナリオに基づく2040年の土地利用を予測し、将来の生物多様性評価を行う。この手法により本来の意味での生物多様性地域戦略の策定が可能になる。日本とドイツというバイオリージョンを越えた里山ランドスケープを比較することにより、世界の里山ランドスケープの生物多様性地域戦略策定に資する手法の開発を目指す。

3. 研究の方法

- (1) 里山ランドスケープの生物多様性を評価するために、昆虫類、両生類、鳥類を指標とすることを検討した。鳥類については、特に猛禽類とコウノトリを取り上げた。猛禽類やコウノトリは大型の鳥類で生態系の上位に位置するアンブレラ種であると言える。猛禽類については、オオタカとトラフズクを選定し、オオタカについては生息地を決定する要因を明らかにした。
- (2) トラフズクについてはDNAメタバーコーディングを用いて、食性を解析した。猛禽類の食性を解析することは生態系の食物連鎖網を明らかにすることにつながる。DNAメタバーコーディングは急速に普及しつつある手法であるが、食性解析に活用された例は多くない。
- (3) コウノトリについてはヨーロッパでは早くから保全が試みられてきており(正確にはシュバシコウ)、日本においては1980年代の絶滅以降再導入を経て野生復帰が実現し、現在は広く注目を集める種となった。いずれもフラッグシップ種であると言える。シュバシコウとコウノトリを対象にドイツと日本の里山ランドスケープの比較を行った。シュバシコウについては、ドイツのヘッセン種においてOlsson & Rogers (2009)のモデルを用いて生息適地の抽出を行った。スウェーデン南部において行われた研究で、放牧地が直径1kmの円内に61ha以上、採草地が直径1kmの円内29ha以上が適地とされ、森林被覆率が15%を超える箇所は忌避された。なお、放牧地は湿性度の重要性も指摘されているため、更にRadović *et al.* (2014)の結果もあわせ、TWI(湿潤指数)が17.4以上の箇所を適地として絞り込んだ。
- (4) コウノトリについては福井県が放鳥した4羽の位置情報を活用した。野外放鳥されたコウノトリは背に太陽光発電の充電器を搭載した40gの発信機を装着し5:00-19:00(JST)の位置情報(緯度経度、高さ、スピードなど)を送信している。2015年10月3日から2017年10月30日までの間で15,346の有効データが得られた。コウノトリの観測データには不在情報は含まれないため、在データのみで生息適地確率予測を行えるMaximum entropy model(MaxEnt)を用いて分析した。福井県、滋賀県、名古屋県を対象にコウノトリの生息適地を推定した。
- (5) 福井県の三方五湖地域を対象に2040年を想定したシナリオ分析を行った。三方五湖地域を選定したのはコウノトリを放鳥している福井県に位置することと典型的な里山ランドスケープが見られる一方で、人口減少、高齢化が急速に進んでおり、加えて水害や土砂災害のリスクが存在しており、特に水害については数年に1度という頻度で起こっている。そこで災害リスクの軽減と里山ランドスケープの生物多様性保全を組み合わせたシナリオを設定し

た。

4. 研究成果

- (1) オオタカについては神奈川県東部を対象に繁殖に影響を及ぼす環境要因を明らかにした。スケールにより大きく二つに環境要因を区分した。小さなスケールでは、繁殖木として胸高直径が50cm以上のスギが選好されていることが明らかになった。大きなスケールにおいては、森林率が大きいこと、建蔽率が小さいことが必要であることがわかり、森林と開けた空間が接している接線長が重要であることが明らかになった。
- (2) トラフズクの食性については神奈川県寒川町において越冬している個体を対象にペリットを収集し、DNA メタバーコーディング解析を行った。その結果、捕食された種として、ホオジロ、スズメ、ヒヨドリ、カワセミ、ツグミ、アブラコウモリ、ハツカネズミが検出された。これらは目視による既往研究の結果とも一致しており、DNA メタバーコーディングにより簡便に食性を明らかにできることがわかった。しかし、ペリットの採集の際に混入したと考えられるヒトのDNAも検出された。また鳥と哺乳類の指標からはクロヒヨドリやトドといった捕食しているとは考えられない種も検出され、DNA のデータベースの精度が向上していく必要があることも明らかになった。
- (3) 土地被覆分類地図 (CORINE Land Cover) を利用し、ラーン川の流域とほぼ重なるヘッセン州におけるシュバシコウの生息適地を推定した。ラーン川はライン川の支流で、歴史上度重なる洪水を引き起こしている。土地被覆分類地図については、2000年、2006年、2012年のベクターデータを取得した。シュバシコウの生息適地をそれぞれの年について抽出した。2000年には州全域の10.15%が生息適地とされ、2006年にはその割合が9.91%に下がっている。しかし、2012年には12.77%に増加していた。ヘッセン州には、フランクフルト市も位置し、ドイツの中でも人口密度が高い州である。都市的土地利用の増加が、生息適地の増減に影響を及ぼしていることが考えられるが、一方でNATURA2000の取組などで、シュバシコウの生息に適した湿性の放牧地、採草地も積極的に再生されている。2016年6月に、2012年の生息適地として抽出された箇所のうち、ギーゼン市、マールブルク市およびその周辺において、シュバシコウの生息の有無を確認した。ドイツにおいては、長年シュバシコウの保護が一般市民の支援も受けて進められていて、生息可能性のある地域には数多く人工巣塔が設置されている。生息適地として抽出されていて、人工巣塔が設置されていた場所では、1箇所を除き、すべて繁殖が確認された。
- (4) MaxEntによりコウノトリの生息適地として抽出されたメッシュは、研究対象とした全域の11%であった。それぞれの変数の寄与率は、水田の割合が40.0%、樹林地の割合が21.7%、水田と樹林地の接線長が10.0%、TWIが10.0%、多様性指数が9.4%、都市的土地利用が3.2%であった。50,000分の1の現存植生図を用いて、過去のコウノトリの生息適地を推定した。50,000分の1の現存植生図では14.3%が生息適地として抽出され、その後半分弱の生息適地が、不適地となった。また、不適地として抽出され、その後適地となったメッシュは、全体の3.6%であった。福井県に絞り、洪水と土砂災害のハザードマップと25,000分の1の現存植生図を用いて抽出されたコウノトリの生息適地を重ね合わせた。福井県内でコウノトリの生息適地として抽出されたメッシュのうち、20.0%が土砂災害ハザードと重なっており、19.8%が洪水ハザードと重なっていた。土砂災害ハザードが洪水ハザードに重なっている生息適地の割合は、38.6%であった。つまり、人間にとっては災害リスクが高い場所をコウノトリが好んで利用しているということである。
- (5) 福井県三方五湖におけるシナリオ分析の結果を以下に示す。シナリオ：現状維持 (Business as usual)。シナリオ分析の対象範囲のうち、2010年時点の浸水想定区域内の居住者、すなわち被災者は6,297人中567人(178世帯, 9.0%)であった。2040年時点で想定される被災者は4,380人中390人(122世帯, 8.9%)で、人口減少によって被災者が177人減少した。減災策を講じず、かつ空き家は残存しているので、想定される被害額は28.9億円となった。シナリオ：個別移転および空き家撤去。浸水想定区域外では2010年から2040年までの間に1,740人が減少する。よって、2040年の時点で想定される被災者390人を、浸水想定区域外ですべて受け入れることができる。地域コミュニティに配慮し、近隣への移転を優先した場合、同一メッシュ内で移転ができる人数は177人、他のメッシュに移転しなくてはならない人数は213人となった。つまり、浸水想定区域外で発生する空き家を活用して移転することで被災者をゼロにすることができる。390人122世帯の移転に対する補助金の総額はおよそ9.1億円で想定被害額を大きく下回り、約20億円の便益が見込まれる。シ

ナリオ : 個別移転と跡地における自然再生。移転対象となる浸水想定区域内の都市的土地利用の面積 354,269m²を対象に、自然再生としての遊水地整備を検討した場合、およそ 12.6 億円の事業費が見込まれた。シナリオ の移転事業費と合わせても、想定被害額を下回り、7.4 億円の効果が予測された。

引用文献

- Olsson, O., and D. J. Rogers. 2009. Predicting the distribution of a suitable habitat for the white stork in Southern Sweden: identifying priority areas for reintroduction and habitat restoration. *Animal Conservation* 12:62-70.
- Radović, A., V. Kati, M. Perčec Tadić, D. Denac, and D. Kotrošan. 2014. Modelling the spatial distribution of White Stork *Ciconia ciconia* breeding populations in Southeast Europe. *Bird Study* 62:106-114.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

- Yamada, Y., Itagawa, S., Yoshida T., Fukushima, M., Ishi J., Nishigaki, M., Ichinose, T. (2019) Predicting the distribution of released Oriental White Stork (*Ciconia boyciana*) in central Japan. *Ecological Research* 34(2), 277-285. 査読有, doi: 10.1111/1440-1703.1063
- Mizumura, H., Ikeda, T., Kawasaki, T., Shiratori, F., Seto, H., Kunishima, Y., Takahashi, Y., Ichinose, T. and Higuchi, H. (2018) Prey items delivered to young Northern Goshawks *Accipiter gentilis* by a single pair breeding in central Tokyo, Japan. *Ornithological Science* 17(2), 229-236. 査読有, doi: 10.2326/osj.17.229
- 板川暢・一ノ瀬友博 (2018) 都市中小河川のハゲロトンボ (*Calopteryx atrata*) の移動距離に影響を及ぼす要因. *ランドスケープ研究(オンライン論文集)* 11, 32-38. 査読有, doi: 10.5632/jilaonline.11.32
- 一ノ瀬友博 (2018) なぜ「都市の生物多様性指標」で基礎自治体を評価するのか. *ランドスケープ研究* 41(4), 336-337. 査読無
- Mauerhofer, V., Ichinose, T., Blackwell, B. D., Willig, M. R., Flint, C. G., Krause, M. S. and Penker, M. (2018) Underuse of social-ecological systems: A research agenda for addressing challenges to biocultural diversity. *Land Use Policy* 72, 57-64. 査読有, doi: 10.1016/j.landusepol.2017.12.003
- Natsukawa, H., Ichinose, T. and Higuchi, H. (2017) Factors Affecting breeding-site selection of northern goshawks at two spatial scales in urbanized areas. *Journal of Raptor Research* 51, 417-427. 査読有, doi: 10.3356/JRR-16-69.1

〔学会発表〕計 7 件

- Ichinose, T. (2018.10.12) Depopulation in rural areas and Japanese National Spatial Strategies. 2018 Korea-Japan Rural Planning Seminar, Rural Research Institute, KRC, Ansan, Korea.
- Ichinose, T., Itagawa, S. and Yoshida, T. (2018.10.4) Land use scenario analysis for ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): a case study in Mikatagoko Area, Fukui Pref., Japan. 9th Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk Management, University of New South Wales, Sydney, Australia.
- 一ノ瀬友博 (2018.6.2) 人口減少時代の持続可能な地域づくり (基調講演). 日本環境共生学会地域シンポジウム, 日本大学理工学部船橋キャンパス, 千葉県.
- 一ノ瀬友博 (2017.10.1) 人口減少時代における人と生物のロードネットワーク. 基調講演, 道路生態研究会第 1 回研究部会, 高速道路調査会, 東京都.
- Ichinose, T., Itagawa, S. and Yamada, Y. (2017.8.25) Land use changes in 100 years and economic damage in Kesenuma City by the 2011 Tohoku earthquake and tsunami. 8th Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk Management with NORDRESS Nordic Centre of Excellence, Hapra, Reykjavík, Iceland.
- 一ノ瀬友博 (2017.5.21) 立地適正化計画と生物多様性保全をいかにつなげるか ~ 藤沢市を事例に ~. ミニフォーラム「立地適正化計画と生物多様性」. 第 92 回日本造園学会全国大会, 日本大学生物資源学部, 神奈川県.
- Ichinose, T., Nishida, T. and Morimoto, Y. (2016.9.8) Japanese City Biodiversity Index (J-CBI) for large-scale assessments of urban ecosystems. 46th Annual Conference of the

Ecological Society of Germany, Switzerland, Austria (GfÖ), Philipps-Universität Marburg, Germany.

〔その他〕計 5 件

一ノ瀬友博 (2018.8.30) 生き物と共存する魅力的なまちづくり. 大学出張授業, 平塚中等教育学校, 神奈川県.

一ノ瀬友博 (2018.4.15) 自然環境評価調査と緑の基本計画・生物多様性地域戦略の関係. 茅ヶ崎市自然環境評価調査発表会「茅ヶ崎の自然を見よう 2017」, 茅ヶ崎市役所, 神奈川県.

一ノ瀬友博 (2018.2.1) 生物多様性に配慮した緑の基本計画の先進事例の紹介. 緑の基本計画と生物多様性～都市緑地法改正を踏まえた今後の展開について～, ランドスケープコンサルタンツ協会, スタンダード会議室, 東京都.

一ノ瀬友博 (2017.11.8) 生物多様性自治体ランキングの意味と注目の取り組み 人口減少時代の自治体の生き残り戦略. 第 19 期自治政策講座 in 東京 II, こくほ 21, 東京都.

一ノ瀬友博 (2017.7.17) 生態系インフラストラクチャーの計画的展開. 日本学術会議公開シンポジウム「生態系インフラストラクチャーを社会実装する」. 日本学術会議大講堂, 東京都.