

# 都市生態系における中型・大型哺乳類の出没と景観構造との関係

鈴木 透\*・福島 玲依\*\*

## The relationships between occurrence of mammals and landscape structure in urban ecosystems

Toru Suzuki\*, Rei Fukushima\*\*

Abstract, Riparian forests and windbreaks in urban ecosystems are important for biodiversity, but they are also places where conflicts with humans occur, and appropriate management is required. The purpose of this study was to evaluate the characteristics of landscape structures where wildlife emerge by analyzing the relationship between landscape connectivity and the occurrences of medium- and large-sized mammals in riparian and windbreak forests in an urban ecosystem. As a result, it was found that one of the reasons for the occurrences of four species of deer, raccoon, raccoon dog, and Japanese marten in the urban ecosystem is the influence of landscape connectivity. Therefore, in order to achieve a balance between conservation and conflict in urban ecosystems, it was considered necessary to not only manage wildlife, but also to come up with a grand design for the landscape after clarifying the objectives and priorities of management for each region.

**Keywords:** 都市生態系 (urban ecosystem) , 哺乳類 (mammal) , 景観構造 (landscape structure) , 保全 (conservation) , 軋轢 (human dimension)

### 1. はじめに

都市生態系に存在する河畔林や防風林などの緑地は、陸域に生息する野生動物にとり移動経路や食物供給、休息の場といった生息域として機能している (Naiman et al.1993, 柳川 2015). また、河畔林は日射遮断や落葉・倒木などの供給、細粒土砂・栄養塩の保持といった多様な機能 (山田・中村 2003), 防風林は農作物の増収・風害の軽減, 防雪効果, 農村景観の構成など人々の暮らしにとり重要な機能を有している (北海道立林業試験場 2007). このように、都市生態系内に存在する河畔林や防風林は生物多様性にとり重要な機能を有しており、保全の対象となる環境である。

一方、それと同時に都市生態系内の緑地は野生動物による市街地や農地といった人間の生活域への出没や野生動物との接触、精神的被害、交通事故 (ロードキル), 農林業被害などの人間社会と野生動物の軋轢の場となることも指摘されている (柳川 2015). これらの中大型の野生動物が市街地や農地へ出没する可能性として、都市生態系内に存在する河畔林や防風林の存在で影響していることが報告されている (柳川 2015). このように、都市生態系内に存在する河畔林や防風林は生物多様性にとり重要な場であ

る一方、人間社会との軋轢が発生する場でもあり、保全と軋轢のトレードオフの関係が常に存在する環境であるため適切な管理が求められている。

北海道札幌市においても、市街地の中心ともいえる札幌駅周辺へのエゾシカ (*Cervus nippon yezoensis*) の出没 (立木 2015) やヒグマ (*Ursus arctos*) の市街地への出没 (坪田 2013, 立木 2015) が報告されている。野生動物と人間との共生を実現するために、都市近郊に存在する河畔林や防風林では生物多様性の保全と人間社会との軋轢のトレードオフを解消する適切な管理を行うことが求められている。そのためには、まず生動物の出没状況や出没する環境の特徴を明らかにする必要があるが、多くの知見が収集されているとは言えない。

そこで本研究では、北海道札幌市近郊の都市生態系に存在する河畔林と防風林を対象として自動撮影装置を用いて中型・大型哺乳類の利用状況を把握し、景観構造、特に野生動物の移動距離を考慮した緑地の連続性と中型・大型哺乳類の出没との関係を分析することにより野生動物が生息・出没する景観構造の特徴を評価することを目的とした。

\* 正会員 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類 (Rakuno Gakuen University)

〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 E-mail : [ttsuzuki@rakuno.ac.jp](mailto:ttsuzuki@rakuno.ac.jp)

\*\* 非会員 (株) 三共コンサルタント (Sunkyo Consultant, Inc.)

## 2. 材料と方法

### 2.1. 中型・大型哺乳類の利用状況の把握

調査は2015年1月から2017年4月にかけて、北海道札幌市を流れる豊平川および真駒内川の河畔林と札幌市北区・石狩市の防風林で行った(図1)。中型・大型哺乳類の利用状況は自動撮影装置(以下、カメラ)を用いたカメラトラップ法とした。自動撮影装置の設置地点は、地点間の独立性を確保するため500m以上の間隔を取り、計48台設置した(図1)。カメラはHCO社製SG565FVを使用し、設置方法は立木の高さ約1.2mの位置に俯角を約30°設け、次の撮影までのインターバルを2分間に設定した。カメラにより撮影された写真は、写真から種を判別し、撮影日時を記録した。また、塚田ほか(2006)を参考に、カメラが可動していた累積日数をカメラ可動日数とし、最初の撮影から30分以内に同一種が撮影された場合はそのイベントは除外した。ただし、エゾシカのように角や鹿の子模様などにより個体識別が可能な場合は一つのイベントとして扱うこととした。

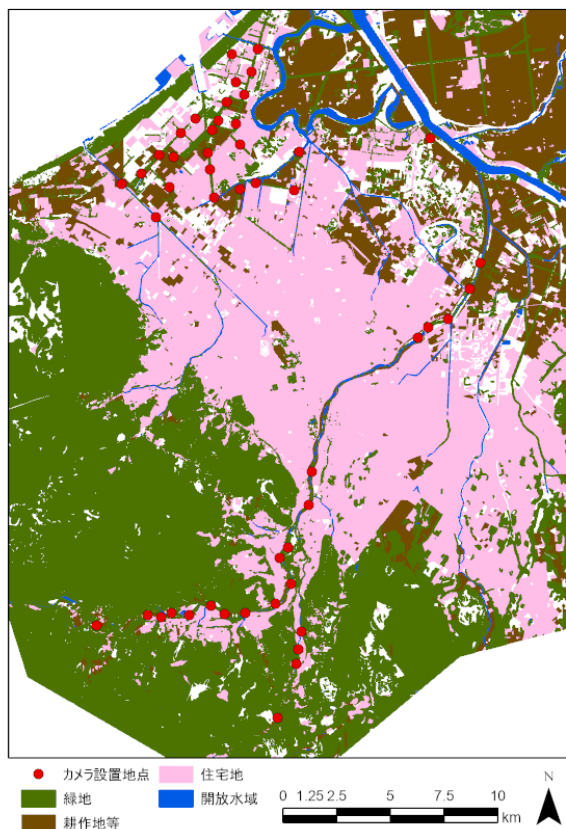


図1 調査地の概要とカメラ設置地点

### 2.2. 景観構造の把握

都市生態系内の緑地のデータは2000年代の空中写真(NTT社製GEOSPACE空中写真)から作成した。緑地の最低面積は0.01haとした。緑地の連続性を示す指標はinteraction flux(以下IF, Sahraoui et al., 2017)とbetweenness centrality(以下BC, Saura and Rubio, 2010)を用いた。IFはパッチレベルの潜在的な連続性の指標、BCは他のパッチとの潜在的な連続性(ステッピングストーン)の指標である。両指標共に対象とする種の分散(移動)距離をパラメータとして定義する必要がある。本研究で対象として哺乳類について各種の正確な分散(移動)距離は不明であるため、100mから100m置きに1kmまでを平均的な移動距離として設定した。両指標の計算にはGraphab2.6(Foltête et al., 2012)を用いた。

### 2.3. 分析方法

哺乳類の河畔林・防風林の利用状況と景観構造との関係は、負の二項分布を仮定したGLM(Generalized Linear Model, 一般化線形モデル)、もしくはゼロ過剰モデルを用いて分析した。目的変数は撮影枚数の多い6種(キツネ、エゾシカ、アライグマ、タヌキ、ホンドテン、ネコ)の撮影頻度とし、説明変数は対数変換したIF、BC、オフセット項としてカメラ可動日数を設定した。複数の移動距離を設定した説明変数の選択にはAIC(Akaike's Information Criterion; 赤池情報量規準)を用いた。分析にはR4.1.0(R Core Team, 2021)を用いた。

## 3. 結果と考察

札幌近郊の都市生態系内の河畔林・防風林などの緑地の連続性と哺乳類の出没との関係について分析した。緑地の連続性の指標として、空中写真から作成した緑地データを用いて、複数の移動距離を設定したIFとBCを算出した(例:図2)。IFは大きな緑地、札幌市近郊では周辺にある大きな森林から離れるほど低い値をとる傾向があり、BCは周辺に多くの緑地があるパッチ(ノード)、いわゆる連続性のハブとなるパッチで高い値を示す傾向があった(図2)。

算出した緑地の連続性と哺乳類の撮影頻度との

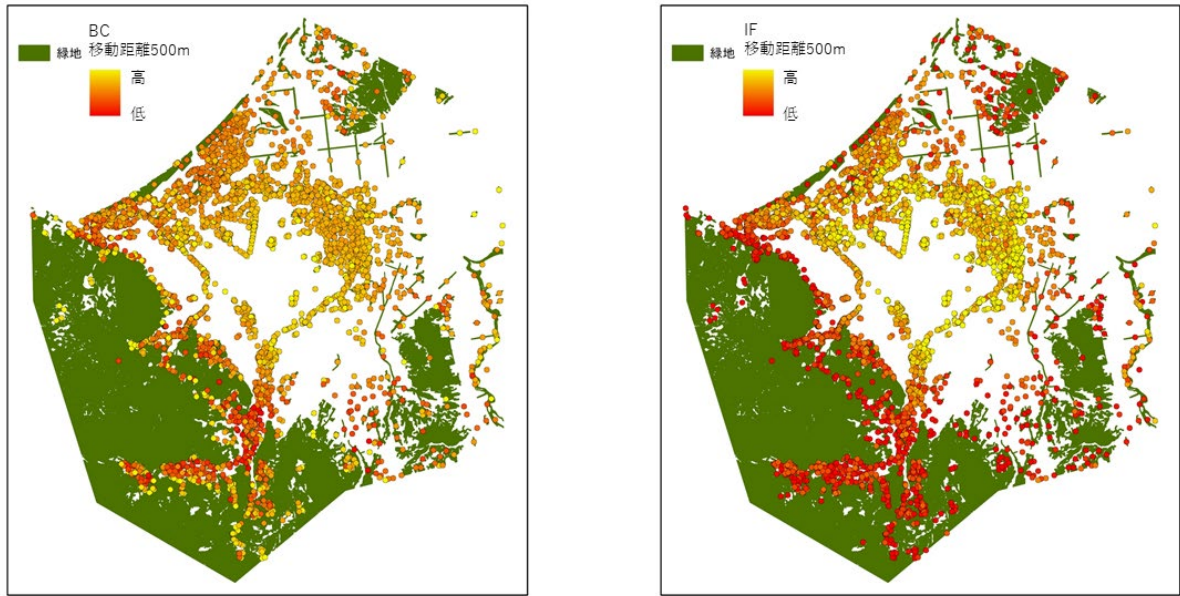


図2 算出したBCとIFの例（移動距離500m、点は緑地パッチのノード）

関係について、キツネに関しては負の二項分布を仮定したGLM、他の5種（エゾシカ、アライグマ、タヌキ、ホンドテン、ネコ）に関しては負の二項分布を仮定したゼロ過剰モデルを用いて分析した。

キツネの撮影頻度と各距離で算出したIF・BCの関係について分析した結果、全てのモデルについてヌルモデルのよりAICが低い値は示さなかった

（図3）。これより、緑地の連続性はキツネの利用頻度に大きな影響を与えていないことが示唆された。

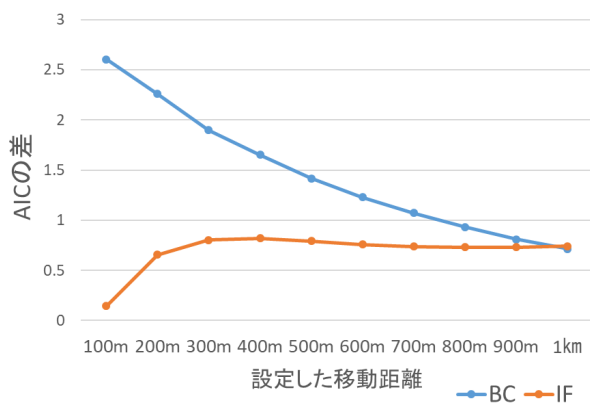


図3 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルのAICの差（キツネ）

エゾシカの撮影頻度と各距離で算出したIF・BCの関係について分析した結果、IFについては全ての移動距離でヌルモデルよりAICが低い値を示し、移動距離を200mに設定したモデルのAICが最も低い値を示した（図4）。また、IFの値が高いほどエゾシカの撮影頻度が多い傾向を示した。BCについては全てのモデルでヌルモデルよりAICが低い値を示さなかった（図4）。これより、緑地のパッチレベルの潜在的な連続性はエゾシカの利用頻度に正の影響があることが示唆された。

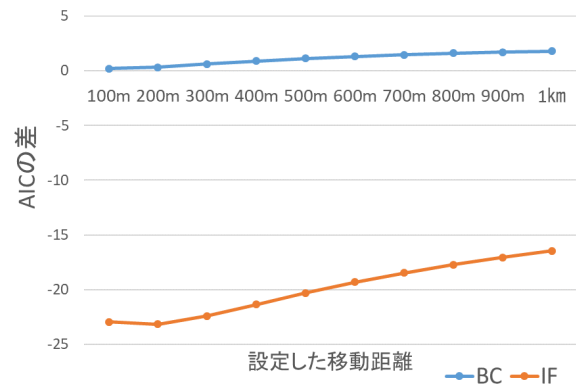


図4 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルのAICの差（エゾシカ）

アライグマの撮影頻度と各距離で算出した IF・BC の関係について分析した結果、全てのモデルについてヌルモデルより AIC が低い値を示し、BC では 400m、IF では 300m を移動距離に設定したモデルの AIC が最も低い値を示した (図 5)。また、BC・IF 共に値が高いほどアライグマの撮影頻度が多い傾向を示した。これより、緑地のパッチレベルの潜在的な連続性や他のパッチとの潜在的な連続性はアライグマの利用頻度に正の影響があることが示唆された。

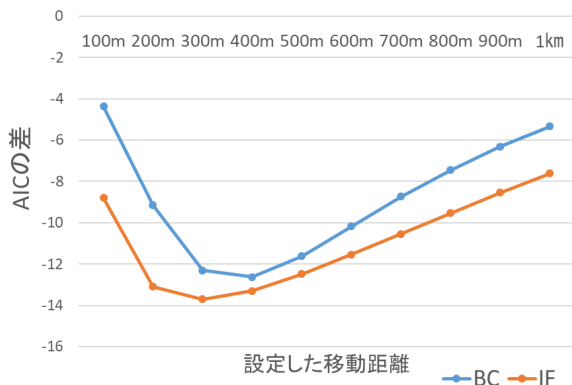


図 5 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルの AIC の差 (アライグマ)

タヌキの撮影頻度と各距離で算出した IF・BC の関係について分析した結果、IF については全ての移動距離でヌルモデルより AIC が低い値を示し、移動距離を 300m に設定したモデルの AIC が最も低い値を示した (図 6)。また、IF の値が高いほどタヌキの撮影頻度が多い傾向を示した。BC については全てのモデルでヌルモデルより AIC が低い値を示さなかった (図 6)。これより、緑地のパッチレベルの潜在的な連続性はタヌキの利用頻度に正の影響があることが示唆された。

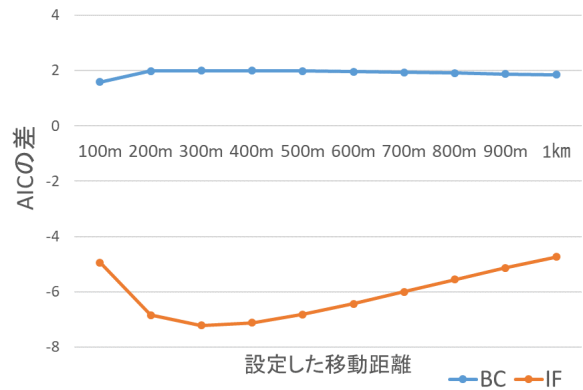


図 6 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルの AIC の差 (タヌキ)

ホンドテンの撮影頻度と各距離で算出した IF・BC の関係について分析した結果、IF については全ての移動距離でヌルモデルより AIC が低い値を示し、移動距離を 400m に設定したモデルの AIC が最も低い値を示した (図 7)。また、IF の値が高いほどホンドテンの撮影頻度が多い傾向を示した。BC については全てのモデルでヌルモデルより AIC が低い値を示さなかった (図 7)。これより、緑地のパッチレベルの潜在的な連続性はホンドテンの利用頻度に正の影響があることが示唆された。

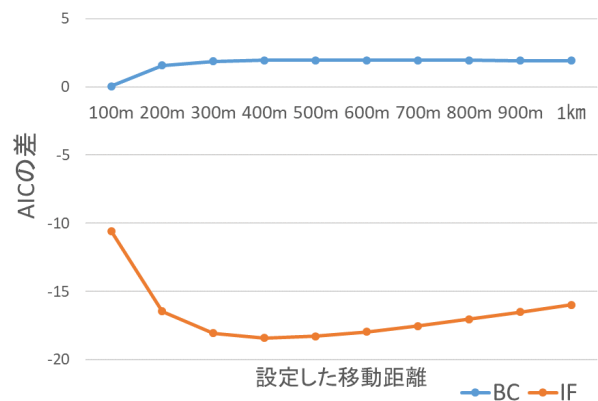


図 7 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルの AIC の差 (ホンドテン)

ネコの撮影頻度と各距離で算出した IF・BC の関係について分析した結果、全てのモデルについてヌルモデルのより AIC が低い値は示さなかった (図 8)。これより、緑地の連続性はネコの利用頻度に大きな

影響を与えていないことが示唆された。

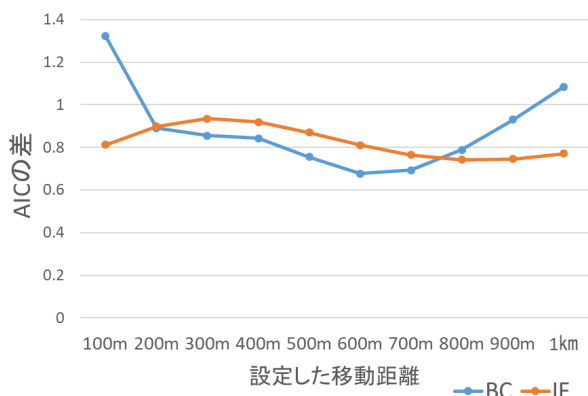


図 8 設置した移動距離ごとのモデルとヌルモデルの AIC の差 (ネコ)

まとめると、キツネ・ネコを除く、エゾシカ・アライグマ・タヌキ・ホンドテンの 4 種に関して、都市生態系内のパッチレベルの潜在的な緑地の連続性 (IF) が高いほど利用頻度が高くなる傾向を示し、移動距離として 200m から 400m と設定した IF を用いたモデルが最も有用なモデルであった。これは 200m から 400m 以内に緑地が存在し、その連続性が担保されている場所ではエゾシカ・アライグマ・タヌキ・ホンドテンが利用、つまり出没する可能性が高いことを示していると考えられる。また、他のパッチとの潜在的な連続性 (BC) についてはアライグマのみが関係しており、ステッピングストーンとして機能している緑地のパッチで利用が多くなる傾向を示した。一方、キツネ・ネコに関しては緑地の連続性ではその利用頻度を説明することはできなかった。これはキツネ・ネコは様々な環境への適応度が高く、緑地が存在していなくても生息可能であるが、エゾシカ・アライグマ・タヌキ・ホンドテンに関しては、緑地は休息場や人間から回避する場所として必要な環境であるためであると思われる。

本研究では、エゾシカ・アライグマ・タヌキ・ホンドテンの 4 種が都市生態系内の出没する理由の一つとして緑地の連続性という景観構造が影響していることが明らかになった。しかし、一般的には都市生態系のような自然が分断化された生態系においては自然の連続性を保ち、向上することは保全上重要である。そのため、都市生態系において保全と軋轢のバランスが取れた管理を行うためには、野生動物のそのものを管理するだけでなく、都市生態系内の景観構造を把握し、地域ごとに管理の目的や優先順位

を明確にした上で、景観のランドデザインを考えていく必要があると考えられた。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、北海道開発局 札幌開発建設部 札幌河川事務所、札幌市環境局みどりの推進部 みどりの推進課の方々には調査実施にご協力を頂きました。また、帯広畜産大学 保全生態学研究室の赤坂 卓美助教、酪農学園大学 保全生物学研究室のみなさまには多大なるお力添えを頂きました。この場をお借りして深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- Foltête J.C., Clauzel C., Vuidel G. (2012) A software tool dedicated to the modelling of landscape networks, *Environmental Modelling & Software*, 38, 316-327.
- 北海道立林業試験場 (2007) 防風林の多面的機能と造成管理のための解説書.
- Naiman R.J., Décamps H, Pollock M (1993) The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity, *Ecological Applications*, 3(2), 209-212.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sahraoui, Y., Foltete, J.-C., Clauzel, C. (2017) A multi-species approach for assessing the impact of land-cover changes on landscape connectivity, *Landscape Ecology*, 32, 1819-1835.
- Saura, S., Rubio, L. A (2010) Common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape, *Ecography*, 33, 523-537.
- 立木靖之 (2015) 市街地に出没するヒグマ・エゾシカの状況と対応, *森林野生動物研究会誌*, 40, 41-44.
- 坪田敏男 (2013) クマの生息動向と最近の被害状況, *日本獣医師会雑誌*, 66, 131-137.
- 塚田英晴・深澤 充・小迫 孝実・須藤 まどか・井村 毅・平川 浩文 (2006) 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用, *哺乳類科学*, 46 (1), 5-19.
- 山田浩之・中村太士 (2003) 河畔緩衝帯の生態学的意義と草地開発が水辺の生態系に及ぼす影響, *草地学会誌*, 48 (6), 548-556.
- 柳川久 (2015) 十勝平野の河畔林と防風林: シカ・キツネ・クマの通り道?, *森林野生動物研究会誌*, 40, 35-39.