

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 18 日現在

機関番号：32508

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K08186

研究課題名(和文) 都市の大規模樹林地は核となる生息場所となり得るのか

研究課題名(英文) Can large urban woodlands be a core habitat?

研究代表者

加藤 和弘 (Kato, Kazuhiro)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号：60242161

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)：1)大面積樹林地の外側の住宅地で、樹林地の存在が鳥類の種数や個体数を高める範囲については、大規模樹林地やそれに近接する規模の大きな緑道から250m程度で、都市化を嫌う傾向が強い樹林地性種の出現がほぼ見られなくなった。2)ヒヨドリなど都市適応種の場合は樹林地から1km程度外側まである程度の個体が分布していることが認められた。3)樹林地の周辺で記録された鳥類個体は、植被の乏しい場所ほど移動しやすく植被が多い場所ではその場にとどまる傾向があった。4)樹林地に隣接する土地の利用形態は、境界を越えて起こる鳥類個体の移動に影響していた。高速道路の高架など高さのある構造物は多くの種の移動を妨げる可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、都市の生物多様性を向上させるための方策として、既存の生物生息場所を移動路となる緑道や河川、あるいは移動の中継点となる小規模な生息場所で連結させる、エコロジカルネットワークの構築が検討されている。その際、鳥類の移動可能な範囲として500mが目安とされることがあるが、本研究の結果は、都市化の影響を受けやすい種に関してはより短い距離を基準として考える必要があることを示している。人為的な構造物が鳥類の移動の妨げになる可能性も明らかとなった。これらの知見は、実効性のあるエコロジカルネットワークの構築に寄与すると期待できる。

研究成果の概要(英文)：1) In the residential areas outside the studied urban woodlands, the abundance of urban-avoider woodland species decreased with the distance from the nearest woodland. Few individuals of urban-avoider woodland species were observed in the areas 250 m or more apart from the nearest woodland. 2) In the case of urban-adaptor species such as Brown-eared Bulbul, some individuals distributed in the residential areas about 1 km or more apart from the nearest woodland. 3) Bird individuals recorded in the residential areas around the studied woodlands tended to move more easily in areas with less vegetation cover and stay there in areas with more vegetation cover. 4) Land use in the adjacent part of the woodland may influence the movement of bird individuals across the woodland boundaries. High artificial structures, such as elevated highways, may reduce the movement of avian individuals, except some urban birds such as Jungle Crows and Rock Doves.

研究分野：ランドスケープ科学

キーワード：都市緑地 鳥類 移動 エコロジカルネットワーク 都市忌避種 緑道 生物多様性

## 1. 研究開始当初の背景

生物多様性の保全や再生に対する社会的な関心が高まっている。都市域においても、生物多様性地域戦略が策定され、地域全体の生物多様性の向上を意図して、核となる生息場所とそこからの生物の移動路、補助的な生息場所などからなる生物生息場所のネットワーク(エコロジカルネットワーク)が考えられるようになった(一ノ瀬 2008)。

しかし、都市化された地域において、生物がどのように移動するのかは、十分に明らかになっておらず、エコロジカルネットワークがどの程度実効性を持つのか、疑問も多い。研究が比較的進んでいるとされる鳥類についても、エコロジカルネットワークの実効性を判断するための知見は十分とは言えない。

線状あるいは帯状の平面形状を持つ緑地(線状・帯状緑地)は、エコロジカルネットワークにおいて生物の移動路として期待されている。代表的な線状緑地である緑道の場合、接続あるいは隣接するパッチ状樹林地の鳥類の種組成をより多様にする効果があるが、その効果は緑道の植生構造によって異なるため(Matsuba et al. 2016)、どんな緑道であればエコロジカルネットワークの構成要素として効果的であるかはなお検討の余地がある。また、緑道と大規模樹林地が直に接しない場合に、緑道は大規模樹林地との間を行き来する鳥の移動路としてどの程度機能し得るかも不明である。

エコロジカルネットワークにおけるパス(移動路、連結路)となり得る線状・帯状の樹林地がない場合には、市街地や住宅地、農耕地を生物が移動できなければ、エコロジカルネットワークは構築できない。大規模樹林地の近傍にあり線状、帯状緑地による連結がない小規模樹林地では、越冬期に限り大規模樹林地から近いほど樹林性種が多いという(加藤ほか 2015)。食物を広く探索するために移動距離が大きくなる越冬期の場合には、市街地や住宅地、農耕地を越えて大規模樹林地から鳥が周囲に移動していることが示唆される。しかし、越冬期以外の時期にはそうした移動は起こらないのだろうか。また、どのくらいの距離ならどの程度の種類、数の鳥が移動するのだろうか。都市の生物多様性を高める緑地のあり方を考えるためには、さらなる知見が必要である。

## 2. 研究の目的

本研究では、エコロジカルネットワークの中核となる大面積の樹林地(Katoh & Matsuba 2021)から周囲の住宅地等に向けて鳥類が移動する様子を、飛翔、移動する個体の直接観察と、大面積樹林地の周囲の住宅地における鳥類の分布状況の調査を通じて把握することを目指す。その際に、鳥類を含む生物の移動路としてしばしば期待される線状・帯状の緑地が鳥類の移動をどの程度助け、あるいはどのように影響するのかも明らかにする。具体的な目標は以下の通りである。

- 1) 大面積樹林地の外側の住宅地で、樹林地の存在が鳥類の種数や個体数を高める範囲を示す。
- 2) 大面積樹林地に接続・隣接する線状・帯状のどのような緑地が鳥類の移動路となるかを検証する。
- 3) 上記 2 点について鳥類の異なる種の間差の有無と、差がある場合にはその内容を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 調査対象地

東京都立光が丘公園、同・小金井公園、同・赤塚公園、東京都文京区に位置する東京大学の小石川植物園、埼玉県さいたま市の大宮公園・大宮氷川神社、埼玉県新座市の平林寺、の計 6 箇所を対象とした。

小金井公園、小石川植物園、平林寺、光が丘公園については、対象とする樹林地の周囲に、樹林地の外縁と平行または直交するように調査ルートを設定した(第 1 期調査、光が丘公園のみ第 2 期調査)。平行か直交かは、樹林地に近接して存在する緑道など帯状の樹林地の延長方向が、樹林地の外縁と概ね平行であるかどうかによった。小金井公園、小石川植物園、平林寺では樹林地外縁と平行に、光が丘公園では放射状に調査ルートを設定した。こうすることで、大規模樹林地からの距離と出現する鳥類の関係を把握しやすくなると考えた。

光が丘公園、赤塚公園、大宮公園については、その外周に沿って調査コースを設定し(第 2 期調査)、鳥類が樹林地の境界を越えて移動する様子を把握することを目指した。第 1 期調査の対象地のうち小石川植物園と平林寺については、境界の 3/4 程度について調査コースを設定し、鳥類が樹林地の境界を越えて移動する条件を把握するためのデータを得た。

このほか、鳥類が川沿いに移動している可能性があるとの研究成果が公表されたことから、東京湾岸の隅田川、神田川、日本橋川沿いを含む一帯の市街地で、鳥類の移動状況を調査した。

### (2) 鳥類調査

2017 年 10 月から 2018 年 9 月(第 1 期調査)、および 2018 年 11 月から 2020 年 2 月(第 2 期

調査)にかけて、月1回実施した。当初は越冬期および繁殖期のみ調査を行う予定であったが、それ以外の時期における移動の状況を把握しないと十分な知見とは言えないとの意見があり、周年の調査とした。設定した調査ルートを時速2km程度で歩きながら、道の外側5m以内で確認された鳥類の種名と個体数を記録した(ロードサイドセンサス)。調査地の大半が住宅地であり、既に実施した予備調査において家屋の陰になるなどして道から離れたところでは個体の確認可能性が急激に低下することが確認されたことから、この範囲が適当と判断した。現地調査は研究代表者が全てを自ら行った。調査は午前7時から午後1時までの間に行い、強風時、降水時には実施しなかった。

記録は、観察できた個体の位置と移動経路を、あらかじめ用意した拡大地図に種名、個体数とともに記入することにより行った。観察範囲内の移動と範囲外への移動は区別して記録した。道路工事や樹木の剪定、建築工事など、鳥類の生息にとって妨げとなるような人間活動があった場合には、その範囲を地図に記入した。

東京湾岸の市街地については、以下の調査を行った。4次メッシュのセル100個から成る対象地を設定し、各セルにおいて調査ルートを設定の上、ロードサイドセンサスによる鳥類調査を、2019年12月~2020年4月にかけて実施した(第3期調査)。記録された鳥類の出現状況と、衛星画像および建物3Dデータから把握された現地の状況とを対比した。

### (3) 植生調査

第1期調査と第2期調査の対象地について、2018年10月と2019年11月に、調査ルート沿いの植生の概況を把握するための調査を行った。ルートを150m~300mのブロックに分割した上で、それぞれのブロックに等間隔で10箇所の調査点を設け、各調査点で、以下の項目を記録した。

- ルートのそれぞれの側について、鳥類観察範囲内(ルート沿い2m×奥行き5m)の高さ別植生率。高さの区分は0-0.5m、0.5-2m、2-8m、8m以上とした。
- ルート(歩道または道路)上の高さ別植生率。
- ルートのそれぞれの側について、鳥類観察範囲内における人工構造物の有無。
- ルートのタイプ。歩道か車道かの別、車道の場合は車線数と歩道の有無を記録した。
- ルートのそれぞれの側の土地利用状況。

### (4) ルート周辺の植生指数の算出

分解能約50cmのオルソ補正された衛星画像を用いて、各観察ルートについて、ルートの両側100mおよび500m範囲内の土地における正規化植生指数(NDVI)の平均値を算出した。第3期調査の対象地については4次メッシュの各セルについて平均NDVIを求めた。一般に都市化の進行に従って植生は失われていくことから、NDVIは、調査地の周囲における全体としての都市化の程度を指標するものと考えた。

リモートセンシング技術センターとNTTデータ社が共同で提供する建物の三次元情報を用い(AW3Dシリーズ)、同じバッファの中(あるいはセルの内部)にある建物の平均および最大の高さをGISにより算出した。

### (5) 調査結果の解析

鳥類の調査結果を、第1期調査についてはルートごと、第2期調査については植生調査のブロックごと、第3期調査についてはセルごとに集計した。

第1期および第2期調査のデータは、以下の要領で分析した。各ルート、ないしブロックで記録されたそれぞれの個体について、以下の項目を図面から読み取りデータベースを構築した。

- 種名
  - 観察中の飛翔による移動の有無
  - 移動があった場合には最後に観察された移動についてその方向
  - (第1期調査と第2期調査の光が丘公園周辺市街地の場合)
    - ・大規模樹林地の境界と平行か直交かを45度を基準にして区分
    - ・調査時のルートと平行か直行かを同様に区分
    - ・近傍に緑道や小規模な樹林地があった場合にその境界と平行か直交かを同様に区分
  - (第2期調査のうち樹林地の境界を対象としたものの場合)
    - ・境界を越えたか否か
    - ・境界を越えない場合、境界と平行か直交かを第1期調査の時と同様に区分
    - ・近傍に緑道や小規模な樹林地があった場合にその境界と平行か直交かを同様に区分
  - 移動のパターン(観察範囲に飛来、範囲から飛去、上空通過、飛来後に飛去、飛去後に飛来)
  - 最後に観察した時点で樹林地や緑道にいた場合にはその場所の名称
- 集計結果から、ルートまたはブロックごとに、以下の情報を得た。
- 種組成(全期間、月別、季節別)
  - 鳥類のグループ(都市忌避種、都市適応種、都市利用種(加藤・吉田 2011)ごとの個体数(同)、移動個体数とその全個体数に対する割合)
  - 移動方向別の個体数と個体数割合(同)

これらの結果を、ルートあるいはブロックごとに得られた環境条件の指数と重回帰分析により対応づけた。環境条件を表す説明変数としては以下を用いた。

- 植生調査で得られた階層別植被率
- 植生調査で得られた人工構造物隣接率
- 植生調査の際記録されたルートタイプ別構成比
- 植生調査の際記録されたルート沿いの土地利用構成比
- 衛星画像(オルソ画像)から算出された植生指数(NDVI)。第1期調査についてはルートの両側10m、50m、100mバッファ内のの平均値。第2期調査については各ブロックについてルートの外側100mおよび500mバッファ内の平均値。
- 建物3Dデータから算出された平均建物高。第1期調査についてはルートの両側50m、100mバッファ内のの平均値。第2期調査については各ブロックについてルートの外側100mおよび500mバッファ内の平均値。



図1 小金井公園の南側市街地・住宅地内に設定された調査ルート(地図@Google)

第3期調査の結果については、各セルで記録された主要な種の移動個体数を、衛星画像、建物3Dデータから算出した環境条件の指数、および空中写真から読み取った河川上の人工被覆物の状況から説明する一般化線形モデルを構築した。

## 4. 研究成果

### (1) 大規模樹林地からの距離と鳥類の出現状況の関係

樹林地から離れるに従って市街地、住宅地で記録される鳥類の個体数は少なくなることが明らかになった。但し、その様相は鳥類の種類によって異なった。これまでの研究により都市化の影響を受けやすいことが知られている種のグループ(都市忌避種)については、樹林地から離れると急速に記録個体数が減少した。但し、近隣に緑道や中・小規模の樹林地がある場合には、その効果は明らかに緩和された。

図1に小金井公園南側市街地に設定された調査ルートの位置を、図2にそこで得られた結果を、一例として示した。都市忌避種と都市利用種の個体数は樹林地から離れるほど減少すること、植被の豊かな緑道となっている玉川上水でいったん回復するものの、そこから250mほどで都市忌避種はほぼ見られなくなり、都市適応種も玉川上水から1kmほどで個体数が最低水準にまで減少した。

重回帰分析により、都市忌避種ならびに都市適応種の1kmあたり出現個体数(全期間合計)をNDVIおよび小金井公園からの距離により説明するモデルを構築したところ、以下が得られた。

$$\text{都市忌避種個体数} = -144^{***} + 179^{***} / (\log_{10}(\text{距離(m)} + 1) + 1) + 0.90^{**} \text{NDVI}(10\text{m バッファ内})$$

$$N = 8, \text{自由度調整済み決定係数 } 0.99$$

$$\text{都市適応種個体数} = -563^{**} + 363^{**} / (\log_{10}(\text{距離(m)} + 1) + 1) + 4.75^{**} \text{NDVI}(10\text{m バッファ内})$$

$$N = 8, \text{自由度調整済み決定係数 } 0.96$$

$$** p < 0.01, *** p < 0.001$$

いずれについても、樹林地からの距離が遠くなるほど個体数が減少し、NDVIが大きくなるほど個体数が増加したことがわかる。建物の高さは、モデルに組み込んだ場合でもモデルは改善されなかった。

樹林地からの距離をそのままの形でモデルに投入した場合も、モデルの改善は得られなかった。対数の逆数をとる形がもっともよい当てはまりを示したが、距離の対数の逆数の値は距離が0の時に1をとり、そこから急速に減少して、250m以上では距離による値の差がほとんど見られなくなる。このような関数でよい当てはまりを示したことは、樹林地からごく近い範囲で樹林地からの飛来個体による個体数増の効果が顕著であり、250m以上離れてしまうとその効果があまり期待できないことを示唆するものと考えられた。

### (2) 大規模樹林地からの距離と鳥類の移動状況の関係

調査を行ったルート、あるいはブロックの間で、観察した鳥の個体全体に占める移動を記録した個体の割合が、明らかに異なっていた。この違いに関係し得るものとして、ルートあるいはブロック周辺のNDVIと移動個体の割合の間に負の相関が認められた。

ここでも、小金井公園南側市街地の場合、NDVIが大きな値を示したルートでは10%あまりの個体が飛翔により移動していたのに対し、NDVIが小さくなる、つまり植被が乏しくなると、最大で40%以上の個体が移動していた。便宜的に二次曲線に当てはめてみると、決定係数は0.67とかなり大きく、傾向が明瞭なものであることがわかる。

この傾向が見られる理由として、植被地ではこれらの鳥類は一度飛来すると長時間滞在しやすいのに対して、植被が少ない場所では短時間の滞在、あるいは通過するだけとなりやすいことが考えられる。

### (3) 大規模樹林地の境界を越えて鳥類が移動する状況の場所による違い

樹林地の境界に沿って行われた鳥類調査において、記録される鳥類の種組成がブロック間で大きく異なっていたことが明らかになった。単に、ルートに隣接する樹林地の様相が場所により異なるということだけでは説明できない結果であり、樹林地の外側の土地の様相が関係するものと推察された。例えばムクドリは、隣接して、あるいは近隣の農耕地がある境界を越えて移動する傾向が見られた。赤塚公園では高速道路の高架に隣接する部分で、ハシブトガラスとドバト以外の鳥類の移動が顕著に少なくなっていた。こうした高さのある構造物の影響については、従来研究例がほとんど無く、今後明らかにすべき課題と考える。

### (4) 境界を越えて鳥類が移動する状況の季節変化

従来、都市の生息場所における鳥類調査は、繁殖期と越冬期に実施されることが多く、その他の時期、すなわち繁殖期直後から越冬期直前にかけての7~10月には調査がなされないことが多かった。本研究では第1期、第2期の調査を周年実施した結果、季節的な変動の把握を行うことができた。5,6月にムクドリの記録が増えること、8月にはほぼ全ての種で記録個体数が減少することが特に顕著な傾向だった。

近年の研究では、越冬期においては繁殖期よりも鳥類の個体の移動が活発であり、そのため景観生態学的要因が生息場所における種数や種多様性に影響しやすいとされることがある(加藤ほか 2015)。光が丘公園において、観察個体の中で境界を越えて移動した個体の割合の種および月ごとに比較した結果、ヒヨドリやシジュウカラについてはそのような傾向を認め得るが、キジバトのように明らかにそうではない種もあった。キジバトは(ドバトもそうだが)繁殖期が明確ではなく、そのことがこうした季節変化に表れていた可能性がある。

### (5) 高頻度で境界を越えて移動した種

境界を越えて移動を行う頻度は、種によって明らかに異なっていた。都市忌避種とされている種については、境界を越えた移動の頻度は概して低い。都市利用種とされる種のうち、樹林地の外に分布の中心があるスズメは移動頻度が低かったが、それ以外の種は高頻度で境界を越えていた。都市適応種はちょうど中間に位置した。

### (6) 河川沿いの鳥の移動

水鳥類を対象にして飛翔中の個体数を記録したところ、河川のあるセルで記録数が明らかに多く、水鳥類は飛翔の際にもほとんどの場合河川に沿って移動していることが示された(Takeshige & Katoh, in prep.)。

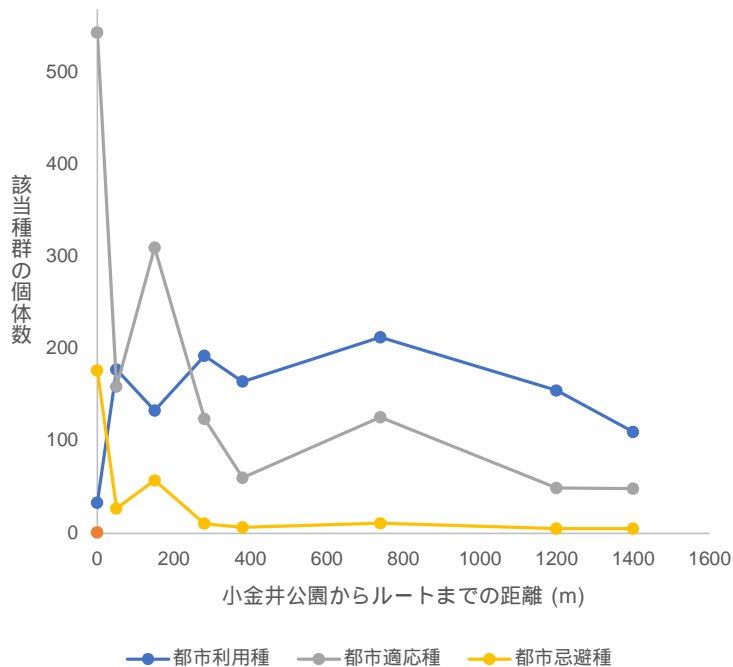


図2 小金井公園から各ルートの代表地点までの距離と、各ルートで記録された都市忌避種、都市適応種、都市利用種個体数との関係  
個体数はルート長1kmあたりの値。鳥類の各グループの主要な出現種は以下の通り。  
都市利用種: ドバト、ムクドリ、スズメ、ハクセキレイ、ツバメ  
都市適応種: ヒヨドリ、ハシブトガラス、オナガ、ホンセイインコ、シジュウカラ、キジバト、ツグミ  
都市忌避種: メジロ、コゲラ、ヤマガラ、ウグイス、シロハラ、アオジ、モズ、エナガ、シメ、イカル、ジョウビタキ

## 引用文献

- 一ノ瀬友博 (2008): エコロジカルネットワークによる都市の生物多様性の向上--コリドーからマトリック  
スへ: 都市緑化技術 70, 14-17
- 加藤和弘・吉田亮一郎 (2011): 都市樹林地における鳥類群集と樹林地周辺の土地被覆との関係: ランドス  
ケープ研究 74 (5), 507-510
- 加藤和弘・吉田亮一郎・高橋俊守・笠原里恵・一ノ瀬友博 (2015): 都市および近郊の小規模樹林地で記録さ  
れた鳥類の種組成に影響する要因: ランドスケープ研究 78(5), 671-676
- Katoh, K., & Matsuba, M. (2021): Effectiveness of nature reserves for bird conservation in urban parks in Tokyo:  
Journal of Forestry Research 2021, 1-12
- Matsuba, M., Nishijima, S., & Katoh, K. (2016): Effectiveness of corridor vegetation depends on urbanization tolerance  
of forest birds in central Tokyo, Japan: Urban Forestry & Urban Greening 18, 173-181

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

(一社)環境情報科学センターによる2020年度環境情報科学研究発表大会において、企画セッション「都市の生物生息環境の研究、最近の事例」において、本研究の成果の一部を紹介した。

6. 研究組織

|  | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|