都市の景観構造と鳥類の生態

橋本 啓史^{1, 2*}・夏原 由博³・森本 幸裕⁴

¹ 京都大学大学院農学研究科 606-8502 京都市左京区北白川追分町

² 日本学術振興会特別研究員

³ 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 599-8531 堺市学園町 1-1

⁴ 京都大学大学院地球環境学堂 606-8502 京都市左京区北白川追分町

Avian ecology and urban landscape structures

Hiroshi Hashimoto^{1, 2*}, Yoshihiro Natuhara³ and Yukihiro Morimoto⁴

¹ Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho,
Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502 Japan

² Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

³ Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University,
1-1 Gakuen-cho, Sakai, Osaka, 599-8531 Japan

⁴ Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University,
Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502 Japan

Key Words: Urban landscape, Birds, PCM model, Three dimensional landscape, Urban greenery

1. はじめに

都市において鳥類は比較的人の目に触れやすい野生動物であり、質の高い緑の指標ともなるので、野鳥等の生息に配慮した都市緑化方策なども検討されるようになってきている(井上 1987)。広域スケールにおける鳥類の生息適地の研究は島嶼生物地理学理論(MacArthur and Wilson 1967)と景観生態学のアプローチが多用されている分野のひとつである。

景観生態学では景観構造をパッチ・コリドー・マトリクスモデル(PCMモデル)、すなわちパッチ、コリドー、マトリクスの3つの景観要素からなる単純化した景観と捉えてその水平的な関係を分析する(Forman and Godron 1986)。都市に生息する樹林性鳥類にとって公園や寺社の樹林がパッチ、緑道や河川などの線状の景観がコリドー、市街地などがマトリクスに相当する。島嶼生物地理学ではパッチが島、マトリクスが海に相当する。これらの景観構造は空中写真や衛星画像などからも容易に認識するこ

とができる。景観生態学はこのように“鳥の目”になって空から地表を眺めた時の空間区分単位によって分析するため、鳥類の生息地選択についての研究にとって重要な切り口のひとつと言えよう。しかし、鳥類は決して都市において二次元的に生活してはいないであろうことも後に問題提起したい。

本小文では、都市内に生息する樹林性鳥類に焦点を絞り、都市におけるパッチ・コリドー・マトリクスという景観構造が鳥類の生息に対してどのように影響するかを整理し、特に市街地というマトリクス域をも利用して生息している鳥類の生態に対して都市建築物の三次元構造がどのように影響しているかについて事例を紹介する。

2. 樹林性鳥類にとっての パッチ・コリドー・マトリクス

2.1 パッチ

樹林性鳥類にとって樹林のパッチは生活圏の基盤となる。パッチの面積はそこに生息できる鳥類の種類数、種組成を決める重要な要因である。

*連絡先: hashi@kais.kyoto-u.ac.jp

表 1. 大阪市街地の都市緑地における繁殖期の樹林性鳥類の出現率 (%)

種名	面積 (ha)			生息地タイプ
	<1.0	1.0-9.9	10-100	
ハシブトガラス	-	5	-	ジェネラリスト
コゲラ	-	14	50	ジェネラリスト
シジュウカラ	8	27	100	ジェネラリスト
メジロ	10	32	100	ジェネラリスト
カワラヒワ	26	45	100	林縁
ハシボソガラス	33	86	100	林縁
ムクドリ	51	100	100	林縁
キジバト	62	95	100	林縁
ヒヨドリ	77	100	100	ジェネラリスト
種数合計	7	10	9	
調査地点数	61	22	2	

表 2. 京都市街地の孤立林における繁殖期の樹林性鳥類の出現率 (%)

種名	面積 (ha)			生息地タイプ
	<1.0	1.0-9.9	10-100	
キジ	-	7	-	林縁
ホオジロ	-	7	-	林縁
コジュケイ	-	7	-	林縁
キビタキ	-	-	50	森林内部
モズ	8	7	-	林縁
イカル	-	7	50	ジェネラリスト
エナガ	-	21	100	ジェネラリスト
ウグイス	-	36	75	ジェネラリスト
ヤマガラ	-	29	100	ジェネラリスト
カワラヒワ	25	57	50	林縁
ムクドリ	33	64	50	林縁
ハシブトガラス	17	71	75	ジェネラリスト
シジュウカラ	17	79	100	ジェネラリスト
コゲラ	8	93	100	ジェネラリスト
ハシボソガラス	42	86	100	林縁
キジバト	67	71	100	林縁
メジロ	67	79	100	ジェネラリスト
ヒヨドリ	100	100	100	ジェネラリスト
種数合計	10	17	14	
調査地点数	12	14	4	

都市における樹林性鳥類相は、「ある面積の生息地にはそれよりも小さな面積の生息地に生息する種のほぼ全てが生息している」という“入れ子状の種組成”となっていることが多くの研究で報告されている(夏原 2000)。大阪市の都市公園(表 1: 橋本ら 2003)や京都市の孤立林(表 2: 橋本ら 2005)における樹林性鳥類相でもそのような入れ子状の種組成が見られた。入れ子現象が起きる要因としては、(1) 受動サンプリング、(2) 環境異質性、(3) 距離(移入)、(4) 面積(絶滅)が有力と考えられているが(Wright *et al.* 1998; 平尾ら 2005)、面積の順で入れ子現象が起こる小規模な都市緑地ならではの要因として、

- 1) 大量の餌または存在頻度の低い餌を必要とする鳥はそれを確保できるだけの大きさの樹林が必要なこと。都市では樹林地は非常に面積の小さ

いものが多く、1羽分の餌の確保すらできない広さの樹林も多い。例えばシジュウカラは森林域では約1 haのなわばりを作って子育てをしているが、都市の街区公園(標準面積0.25 ha)や近隣公園(標準面積2 ha)ではこの1 haの樹林面積を確保できていないことが多い。

- 2) 森林内部種と呼ばれる種類の鳥は大きな森の内部空間にしか生息しないこと。林縁部ではパッチ外を主な行動圏とする他種との競合や捕食者・托卵者による子育ての失敗が多い。森林内部種はこれらを避けるために樹林の奥に営巣するが、パッチが複雑な形状をしていて林縁長が長くなると、同じ樹林面積でも森林内部空間が減少してしまう。特に公園や社寺林では樹林の真ん中に広場や通路、建築物があり、林縁環境が多い。
- 3) 渡り鳥はまず大きな樹林を目指して飛来するだろうと考えられること。日中に渡りをする種類は目視で大きな森を目指して渡る。夜間に渡りをする種類も降り立ってしまった中継地として不適当な場所から、明け方に大きな森を目指して再度移動する(ケリングー 2000)。

などが挙げられる。

樹林性鳥類にとってのパッチの質には、生育している植物の種組成やその鬱閉度や垂直構造なども当然のことながら影響する。特に下層植生が豊富なほど多くの種類の樹林性鳥類が生息可能となるが(加藤 1996; Maeda 1998 など)、都市公園では林床植生がきれいに刈り払われていることも多い。モズやホオジロといった入れ子状の種組成から逸脱する傾向にある種は藪や農地と隣接した林縁環境を好む種であることが多い(表 2)。都市からは藪や草原を主な生息地とするウグイスやホオジロといった鳥類が繁殖できる場所がほとんど失われてしまっており、またモズの好む農地と隣接した疎林などもほとんどない。このような藪や疎林環境は都市域では大河川の河川敷や大きな神社の社寺林に僅かに残されているのみである。

大陸-島モデルでは、大陸から離れた島には新たな種の移入してくる確率が低いために島内の種数が少なくなると説明される。大阪市と京都市の鳥類相の違い(表 1 と表 2)もそれに依存していると考えられる。すなわち、大阪市街地が大阪平野の真ん中に位置するのに対し、京都市街地は三方を山地の森林に囲まれた幅 20 km 程度の狭い盆地内に位置する

ため、山地から溢れた森林性鳥類が都市内の樹林地に侵入してくることが容易である。京都市街の孤立林で観察されるキビタキなどには、このような山地でなわばりを形成できなかった個体も多いと考えられる。

2.2 マトリクス

都市では市街地がマトリクスとなる。多くの場合、樹林性鳥類にとって市街地は生息に不適な空間であるが、島嶼生物地理学における海とはやや異なり、マトリクスも樹林性鳥類の行動圏の一部となり得る。マトリクスの扱いにおける景観生態学と島嶼生物地理学との違いは、マトリクスにも様々な質があってパッチとの間で相互作用があることを想定するか、均質で生息不可能な海と捉えるかにある。なお、はじめから景観をパッチとマトリクスを区別するのではなく、全てはパッチの集合と捉えた上で、パッチの質が分析対象生物にとって非常に低いと判断したパッチをマージしたものをマトリクスとして

捉えるべきだろう。さて、都市緑地に生息する樹林性鳥類の多くは緑地内だけではなくマトリクスと通常認識される市街地も利用しながら生息している。マトリクスに点在する樹木の量によっては、マトリクス域だけで生活できてしまう種も少なくない。例えば東京都新宿区の市街地において、シジュウカラは10 ha もの広い範囲でマンションのベランダのプランターにおいても餌を探すことによって繁殖していた（生態計画研究所 1996）。また、鳥類のパッチ間の移動コストもマトリクスの土地利用形態によって大きく異なる。大阪市街地では、道路やオフィス街に囲まれた都市緑地は鳥類相が貧弱である（橋本ら 2003）。道路といっても、大阪市内における道路の中でも御堂筋に代表されるような高幅員の大通りや阪神高速の高架道路などが都市緑地周囲の道路面積率に大きな影響を与えており、これらは緑地間における鳥類の移動の妨げになっていると考えられる。

2.3 コリドー

コリドーとは広く線状・帯状の景観構造を指し、必ずしも生物の移動路のみを示すわけではない。緑地帯の規模が大きければ、それ自体が樹林性鳥類の生息地ともなり得る。例えば、シジュウカラは街路樹（図1）や河川沿い並木（図2）でも繁殖するし、ハシブトガラスも街路樹に巣を架けることがよくある。緑道や街路樹帯、河川沿いの緑地帯、斜面林の様な線状の景観構造は樹林性鳥類にとって移動路となり得るが、河川や大通りはその垂直方向への鳥類の移動の障壁となる（なぜなら猛禽類などの捕食者に自分の姿を晒すことになるから）。翼を持った鳥類に対しては必ずしも樹冠の連続したコリドーでなくても、途切れ途切れの飛び石状（あるいは踏み石状）のコリドーでも移動路として機能することがある。ただし、利用可能な飛び石の規模や間隔は種によって異なることが示唆されている（Hashimoto *et al.* 2004）。樹林性鳥類の移動路としてのいわゆるエコロジカル・コリドーに求められる構造は、いざという時に外敵から身を隠すことのできる茂みがあることであり、ある程度の幅を持った緑地帯で常緑の中低木も備えていることが望ましいだろう。

都市においてこのようなエコロジカル・コリドーを張り巡らすことは大通りの街路樹緑化の工夫や河川沿いを緑化することによって実現する可能性がある。しかし、何でもコリドーで繋げば良いというも

図1. 京都市御池通のケヤキの街路樹。シジュウカラは道路標識に営巣していたようだ。

図2. 東京・新宿区を流れる神田川沿いの桜並木。近くの住宅のブロック塀の隙間からシジュウカラのヒナの声が聞こえてきた。

のではなく、歴史的に繋がっていた樹林の連続性を回復させることを目的とするべきである。また、都市に残された斜面林は貴重なコリドーである。大阪市には上町台地と呼ばれる半島状の台地が南から大坂城に向かって北に伸びてきており、その両側の急傾斜地には断片的に斜面林が残され、台地上に数多く点在する社寺林とも連続して貴重な緑環境を提供している。

3. 二次元から三次元の景観生態学へ

3.1 三次元都市空間における鳥類の生態

近年は屋上緑化が盛んになり、鳥類や昆虫の採餌地や移動路としてマトリクスの質を高めることも期待されている。10階建てのオフィスビルの屋上緑化地でもシジュウカラが確認されたという報告（茂木・柳井 2005）があるものの、やはり高さ方向の限界はあるだろうし、利用できる種は限られるだろう。また、鳥類の生息地間の移動や分散、さらには採餌行動においても、鳥類は決して都市景観を“人工衛星の目”では見ていないはずであり、高層建築によって鳥の視界は分断されているのではないだろうか。

大都市は高層建築物の乱立する“起伏の激しい”空間である。“鳥の目”とは言うものの、鳥はいつも高いところを飛んでいるわけでない。低い高度ばかりを飛んで移動している種類もある。街中をゆくエナガの群れを見ていると、せいぜい電信柱のてっぺんくらいの高度を飛んで移動しているようだ。そのような種にとって、高層建築物は高い塀のような存在であろう。エナガよりも大きな体のイカルの群れはもう少し高いところを飛んで移動している。ムクドリなどの群れはかなり高い高度を飛んで、市街地中心部のねぐらに帰ってくる。

なわばりを形成する鳥類にとって、なわばり防衛のためには侵入者を目によって監視する必要があるため、建物等によって死角になる緑は防衛に不利である。したがって、通常は視界によって制限された範囲になわばりを形成する。山地の森林に生息するクマタカでもなわばりの境界は山の稜線が基本となる。図3は新宿超高層ビル街の街路樹に形成されたシジュウカラの行動圏の例である（生態計画研究所 1996）。街路樹が直線的に植えられていること（図4）も一因であるが、シジュウカラは超高層ビルで制限された視界の範囲内で採餌している（ただし、大阪府立大学構内でのシジュウカラの観察例では4階

建ての建物を飛び越えて餌探しに行くこともあった（井上ら 2005）。このように高層建築物で分断された緑環境では、単位面積（樹木量）あたりに形成される鳥のなわばり数が大きく減少することもあると考えられる。逆に町家の坪庭のような建物に囲まれた緑にヒヨドリが、人間も味方に付けつつ、カラスによる補食を避けて営巣することもあるようだ。

一方で、なわばり性鳥類は都市の電線やアンテナといった高所をソングポストとして積極的に利用することが知られている（Emlen 1974）。例えば、大阪市天王寺区空清町の中層ビルの上ではシジュウカラがさえずっていたが（図5）、このビルのすぐ東には街区公園があり、南には道路の街路樹と複数のお寺の庭や墓が連なる。このビルの屋上からはこれらの緑が見えているはずであり、このような高い場所を利用することによって、なわばり内への他個体の侵入も監視出来ていると思われる。

今のところ街中の高層ビル群を上手く利用しているように見える鳥類はカラスの仲間で、日本ではハ

図3. 東京・新宿超高層ビル街における2番のシジュウカラの行動圏と採餌場所。丸印と四角印はそれぞれ採餌行動が観察された場所と巣の場所。（生態計画研究所（1996）の図を改変）

図4. 東京・新宿超高層ビル街のケヤキ街路樹。撮影場所の背後のビルの一角にミニ・サンクチュアリがあり、シジュウカラ用の巣箱が架かっているが、スズメの出入りしか私は見たことがない。

図5. 大阪市天王寺区空清町の中層ビル。円で示した場所でシジュウカラがさえずっていた。写真手前が南になり、上町筋沿いに街路樹やお寺が連なる。

図6. 中国・北京市の胡同の路地裏。住宅の庭の樹木（臭椿 *Ailanthus altissima*）が路上にまで樹冠を広げている。

シブトガラスが、韓国のソウルではカササギが、中国の北京ではカササギに加えてオナガが、高層ビル街の屋上付近を飛んでいるところを目にすることができる。北京におけるオナガの餌については不明であるが、日本の都市のハシブトガラスやソウルのカササギは高層建築物をとまり木のように利用して、高いところから生ゴミを見つけては舞い降りては食べ、人が近づくとビルの上に避難するという都市生活を送っている。また、樹林性鳥類とは言いがたいが、ハヤブサの仲間も高層ビルを断崖に見立てて、都市でドバトなどを餌としながら生息・繁殖している。

3.2 いま求められる三次元の景観生態学

都市における超高層ビルの乱立、特に2008年夏季オリンピックに向けて急ピッチで準備を進めている中国・北京市や2010年万国博覧会の開催地の中国・上海市をはじめとする近年の東アジア、東南アジア諸国における超高層ビルの建設ラッシュはとどまるところを知らない。日本国内においても、都市再生事業に絡む都心部での超高層ビルの建設がバブル景気並に進んでいる。京都の中心部においても、十数年前であったならば大きな景観問題となっていたであろう高層建築物が次々と建設中である。特にここ数年の都市再生事業において特筆されるべきことは超高層住宅の建設ラッシュであり、人口の都心回帰を歓迎しつつも、急激なまちの人口構造の変化によって発生する問題や超高層住宅に住むことによる精神衛生的な問題の発生の懸念について議論されている（福川ら2005；森2005；長島2005など）。

都市再開発は緑の分布形態にも大きな変化をもたらす。密集低層住宅地から高層住宅地に変わること、いままではせいぜい路地裏園芸程度しかなかった

た緑がビルを囲む公開空地の緑地となって増加する可能性もあるが、前節でも紹介したように、高層建築物で緑が分断されることによって生息可能な鳥類が制限されることも考えられる。例えば、中国・北京では、伝統的な住宅が残っている胡同（フートン）と呼ばれる地区が、より多くの人口を収容できる高層住宅群に急速に再開発されており、同時にポプラを中心とした樹木で緑化も行われている。胡同の住宅は、四合院造りという塀に囲まれた中にいくつかの建物や中庭からなる、かつてはやや上流階級の人々の住宅で、庭に植えられた樹木は塀や住宅の高さを優に超えて生育しており（図6）、この木の上に止まった鳥は近隣の庭の樹木も視覚で認識できる（紫禁城の真北1 kmに位置する鼓楼または鐘楼に上ると、点在する四合院内の樹木同士が視覚的に連続していることがよく判ららしい）。都市での生活に適応した鳥類の多くはこのような点状の緑を上手く利用する種であり、公開空地に出来た程度のまとまりのある緑地では森林内部種の生息は望めないことから、胡同から高層住宅群への再開発はなわばりを形成する樹林性の鳥類にとって不利な変化になっていると考えられる。

一方、近年の日本の都市再生では、屋上緑化やビルの谷間の中庭に樹木を植えて満足しているくらいがある。しかし、どれくらいの高所の屋上緑化まで鳥類が利用するか種ごとに明らかにはなっていないし、中庭のような閉じた空間の緑は外部からの鳥類や昆虫といった生き物の飛来が期待しにくい。また、屋上緑化では高木を植栽することは難しく、シバやセダムといった地被植物だけの植栽も多いため、樹林性鳥類の生息地として不適当な場合も多い。

このように“鳥の目”から見た都市の景観構造は

決して地図のような平面ではなく、急速な高層化が進む現在、都市の緑のネットワークといったパッチ間の鳥の移動についての分析には、二次元の世界の分析から一歩進んで、三次元の世界での分析にもそろそろ踏み出さなければならないのではないだろうか。幸い都市域に関しては、航空機レーザスキャナ・データのような三次元データのライブラリ・データが比較的容易に入手できるようになってきている。これは最近のカーナビゲーション・システムのための立体都市モデルの需要があることも一因で、今後都市再生事業による建設ラッシュが続くしばらくの間ライブラリ・データが更新される可能性がある。丘陵地や山地における三次元の眺望範囲の GIS を用いた分析は既存の技術があるので、都市域でも詳細な三次元データが入手できるようになった現在、都市における三次元的な緑の分布の景観生態学的な空間分析についても早急に研究する必要があるテーマではないかと考えている。

最後に、大会シンポジウムにおける話題提供の機会をいただいた根本正之先生、原慶太郎先生をはじめとする日本景観生態学会東京大会実行委員会の皆様に感謝いたします。

引用文献

- Forman R. T. T. and Godron M. 1986. *Landscape ecology*. 619 pp. John Wiley & Sons, New York.
- 福川裕一・矢作 弘・岡部明子. 2005. 持続可能な都市—欧米の試みから何を学ぶか—. 317 pp. 岩波書店, 東京.
- Hashimoto, H., Dong, J., Imanishi, J. and Morimoto, Y. 2004. Extraction of stepping-stone corridors for birds in urban areas using remote sensing and GIS. *Proceedings of IUFRO International Workshop on Landscape Ecology 2004: Conservation and Management of Fragmented Forest Landscape*: 68-71.
- 橋本啓史・村上健太郎・森本幸裕. 2005. 京都市内孤立林における樹林性鳥類の相対種数—面積関係と種組成の入れ子パターン—. *景観生態学* 10(1): 25-35.
- 橋本啓史・夏原由博・森本幸裕. 2003. 大阪市街地の都市緑地の樹林を利用する鳥類を決定する要因. *国際景観生態学会日本支部報* 8: 53-62.
- 平尾聡秀・村上正志・小野山敬一. 2005. 群集集合に影響を及ぼす要因. *日本生態学会誌* 55: 29-50.
- 井上奈緒子・夏原由博・橋本啓史. 2005. 緑被率の違いが都市のシジュウカラの繁殖行動に及ぼす影響. *景観生態学* 9(2): 33-39.
- 井上忠佳. 1987. 野鳥等の生息に配慮した都市緑化方策. *新都市* 41(4): 40-57.
- 加藤和弘. 1996. 都市内緑地の樹林地における越冬期の鳥類と植生の構造の関係. *ランドスケープ研究* 59(5): 77-80.
- ケリンガー, P (著) 丸 武志 (訳). 2000. 鳥の渡りを調べてみたら. 255 pp. 文一総合出版, 東京.
- MacArthur, R. H. and Wilson, E. O. 1967. *The theory of island biogeography*. 203 pp. Princeton University Press, Princeton.
- Maeda, T. 1998. Preference of birds for undergrowth in a Tokyo suburban deciduous forest. *Biosphere Conservation* 1: 119-128.
- 森 稔. 2005. 良好な市街地環境の密度考察—VERTICAL GARDEN CITY をめざして—. *都市計画* 255: 24-27.
- 茂木哲一・柳井重人. 2005. 東京都区部の屋上緑化地における鳥類の分布特性に関する研究. *ランドスケープ研究* 68: 597-600.
- 長島孝一. 2005. 低層・コンパクトな都市像を探る. *都市計画* 255: 28-31.
- 生態計画研究所. 1996. 都市のエコアップ調査報告書 (その 3). 36 pp. 生態計画研究所, 東京.
- Wright, D. H., Patterson, B. D., Mikkelsen, G. M., Cutler, A. and Atmar, W. 1998. A comparative analysis of nested subset patterns of species composition. *Oecologia* 113: 1-20.