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

Are bird communities in urban woodlands influenced by surrounding land cover?

加藤 和弘* 吉田 亮一郎**

Kazuhiro KATOH Ryoichiro YOSHIDA

Abstract: To examine the influence of site scale (vegetation) and landscape scale factors (e.g., surrounding land cover) on avian communities in patchy urban woodlands, we censused birds at 52 stations located in 13 urban and suburban woodlands in and around Tokyo, Japan from 2006 to 2007 in both the wintering and breeding seasons. The recorded species were divided into three groups, urban avoiders, urban adapters, and urban exploiters, based on literature in which the response of bird species to an urbanization gradient was considered. Vegetation surveys were also carried out each season. Hierarchical linear models were constructed using avian species richness as the response variable, vegetation structure variables as site scale explanatory variables, and average vegetation structure variables in each woodland and surrounding land cover variables as landscape scale explanatory variables. The results indicated that the percentage of open lands including agricultural fields and grasslands had a positive effect on urban avoider species richness, perhaps because the percentage of open lands is a good indicator of non-urbanization and the distribution of urban avoider species was determined based on the landscape-scale potential of species inhabitation. Open lands may also contribute to the ease of movement in birds and/or play a role of a part of habitat.

Keywords: *habitat patch, land cover, landscape matrix, hierarchical linear models, urban avoider, urban woodlands*

キーワード: パッチ状生息地、土地被覆、マトリクス、階層線形モデル、都市忌避種、都市樹林地

1. はじめに

日本の都市には、大小の樹林地がパッチ状に散在している。こうしたパッチ状の樹林地は、都市における鳥類の生息の拠点である¹³⁾。パッチ状樹林地のどのような属性が鳥類の生息状況に影響を与えるかについては、多くの研究がなされている。まず、樹林地の面積が最も大きな影響を与える⁴⁾。次いで、植生の垂直構造も鳥類の生息状況に影響する¹⁰⁾。樹林地間の近接¹⁾、あるいは樹林地間をつなぐ緑道²⁰⁾が、樹林地性の鳥類の生息を助けるともいう。

さらに、樹林地を取り巻く空間の質によっても樹林地内の鳥類の生息状況が異なる可能性が指摘されている⁶⁾¹⁶⁾²¹⁾。都市域のパッチ状樹林地に生息する鳥類の場合、樹林地内で生活史が完結する個体ばかりではない。越冬期に飛来する冬鳥はもちろんだが、ハシトガラスのような留鳥でもパッチ状樹林地とその外部を行き来しつつ生息していることが報告されている¹²⁾。そして、樹林地性鳥類については、樹林地の境界を越える移動を嫌う傾向があること⁸⁾、樹林地の外周の状況に応じて樹林地からの移動の起こりやすさが異なること⁹⁾が報告されている。パッチ状樹林地内だけで生活史を完結させない個体にとっては、樹林地内外の移動が容易に行えること、移動可能な範囲内に生活のために利用できる空間が存在することは、生きていく上で必須の条件であろう。従って、樹林地の周囲の空間のあり方が樹林地内の鳥類群集に何らかの影響を及ぼしていると考えるのが自然である。

従来の研究では、樹林地を取り巻く空間の性質について、衛星画像による把握⁶⁾¹⁶⁾が一般的であり、より詳細な検討が可能な空中写真を利用し、土地被覆の種類を直接読み取った事例²¹⁾は限られている。また、そうした例においても、異なる空間スケールのデータを扱う上での配慮が十分とは言えない。とはいえ、鳥類群集が影響を受ける要因の空間スケールは、個々の地点のスケールからランドスケープスケール、さらには個体群の分散や渡りなどに関わるより広域的なものまで幅が広い。そこで本研究では、東京の都心から近郊にかけての樹林地を対象として、そこに生息す

る鳥類群集を調査するとともに樹林地周辺の空間の土地被覆を空中写真により把握し、樹林地内の鳥類群集が、地点スケールの要因である植生構造だけでなく、周辺の土地被覆などランドスケープスケールの要因とどのように関係するかを、異なる空間スケールのデータを扱うのに適した階層線形モデル²²⁾²⁴⁾により検討した。

2. 方法

(1) 鳥類調査

2006年12月から2007年3月(越冬期)および2007年4月から2007年6月(繁殖期)にかけて、東京都および千葉県に存在する面積およそ5~8 haの樹林地13箇所(表-1)で、鳥類調査を行った。調査面積の下限は、都市の大規模樹林地に飛来する樹林地性の冬鳥の多くが、面積2ha以上の樹林地でも観察されたという過去の記録¹³⁾に基づき、これにある程度の余裕を見込んだ上で設定した。一般に樹林地面積は樹林地内の生物相に強い影響を与えるとされているため⁴⁾²⁸⁾、面積が異なることによる影響が結果に表れにくくするため、面積の上限も設定した。この条件を満たす樹林地から、所在地が東西に広範囲にばらつきつつ南北にはできるだけばらつかないこと、周囲の空間が樹林地間で重複しないように樹林地相互の距離が2km以上となること、樹林地の輪郭が細長くないこと、の各点に留意し、調査が現実的に可能な13箇所を選んだ。南北のばらつきを抑えたのは、都心から離れることによる都市化の程度の変化を一次的に把握しやすくするためである。

一つの樹林地内に4箇所の調査地点を設定した。各調査地点から20m以内に出現した鳥類の個体数を種ごとに記録した。鳴き声で所在が確認されたものについては、目視で位置の確認に努めたが、確認できなかったもののうち境界の内外の判断が難しいものについては、範囲内にいたものとして記録した。ある地点における一回の調査は、新たに観察される種が10分間連続して記録されなくなるまで継続した。これは、その地点に生息する種をで

*東京大学大学院農学生命科学研究科

**東芝インフォメーションシステムズ(株)

表-1 調査対象樹林地

番号	樹林地名	樹林地 面積(ha)	周囲1000m内の土地被覆比率(%)				調査地点の植被率平均値(%)		調査地点の都市忌避種数平均値	
			水域	農耕地・草地	樹林地	人工被覆地	下層植被率	上層植被率	繁殖期	越冬期
1	東村山中央公園	8.05	2	13	5	80	26	69	1.8	5.0
2	田無試験地(注1)	7.67	0	15	5	79	30	65	1.8	8.0
3	赤塚公園城址地区	5.10	0	5	9	86	57	86	2.8	5.3
4	サンシティの緑地	7.98	0	2	6	91	60	61	1.3	3.8
5	飛鳥山公園	6.63	1	2	5	93	21	63	1.0	3.8
6	芦花公園	6.80	0	6	7	87	20	68	1.5	2.8
7	羽根木公園	6.05	0	1	3	95	36	63	2.5	2.3
8	有栖川宮記念公園	5.15	1	2	8	90	33	68	1.0	2.8
9	猿江恩賜公園	6.38	4	0	2	93	17	55	1.3	1.0
10	船橋市藤原の樹林地	8.08	0	23	29	47	31	78	3.0	6.5
11	緑地植物実験所(注2)	5.33	2	33	8	56	54	71	3.8	5.8
12	園生市民の森	6.42	1	12	12	75	46	76	3.3	4.0
13	泉谷公園	6.77	0	19	10	71	41	50	5.5	6.3

注1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無試験地。

注2 東京大学大学院農学生命科学研究科附属緑地植物実験所(調査時)。2010年4月に同研究科附属生態調和農学機構緑地植物実験地に改組改称。

きるだけ漏れの無いように捕捉するための工夫である¹⁰⁾。なお、本研究では、種の出現の有無の情報を分析に用い、個体数については分析の対象としなかった。

調査は、越冬期および繁殖期ともに、各調査地点で3回ずつ行い、3回分のデータをあわせてその調査地点のその時期における結果とした。この回数は、既存の研究例¹⁰⁾に従ったものである。調査開始時間は、越冬期で午前9時頃、繁殖期では午前6時頃からとし、午後3時以降は新たな樹林地での調査を行わないこととした。各回の調査開始時刻は、この時間帯の中で適宜変更した。調査時間帯によって鳥類の記録率に差が生じることが懸念されたが、調査時間長を固定しないことで、この問題に対応可能と判断した。鳥類調査は、晴天で無風あるいは微風の時にを行い、樹林地に人が見込まれる週末や祝日には、人間活動による影響が生じる可能性を考慮して調査を行わなかった。

(2) 階層別植被率の調査

各鳥類調査地点に、調査地点に中心が位置しかつそこで直交する、延長40mの2本のライントランセクトを設定し、トランセクト上2mごとに測定点を設けた(調査地点あたり計41の測定点)。トランセクトは各調査地点の植生の状態を最もよく反映すると考えられる向きに設置したため、その方位は調査地点によって異なった。各測定点において地表から0m、0.12m、0.37m、0.75m、1.5m、3m、6m、9m、12m、15m、18m、21mの高さの場所の周囲約30cmの範囲内に植物体が存在するかどうか記録し、41点中で植物体があった測定点の割合から高さ別の植被率を算出した。点ではなく一定範囲内の植物体の有無を見ることで、加藤・鶴川(2010)で問題となった、冬に落葉樹が作る空間構造が把握しにくくなる現象¹⁰⁾は回避できると考えた。以上の作業を、越冬期、繁殖期に各トランセクトで1度ずつ行った。

得られた値から時期別に、草本層(0-0.5m)、低木層(0.5-2m)、亜高木層(2-8m)、高木層(8m以上)のそれぞれの植被率を、各階層に含まれる高さにおける植被率を平均して求めた。ここで平均を用いたのは、このあとで値を逆正弦変換するため、値域が0から1である必要があったからである。以上の過程は、鳥類群集と植生の関係を分析するために過去に行われた研究(例えば加藤ほか2003)¹¹⁾にならったものである。

(3) 樹林地面積および樹林地周辺の土地被覆状況の測定

国土地理院発行の数値地図2500を参照として、対象樹林地とその周辺の空中写真(2004-2006年撮影)を幾何補正した。対象樹林地の樹冠をトレースして樹林地面積を測定した。この際、明らかな樹冠ギャップの部分は計測の対象としなかった。逆に敷地境界の外側に樹冠が連続している場合には、その部分も計測対象とした。対象樹林地の境界から1000m範囲内の土地被覆を空中写真から判読し、その面積を測定することで、土地被覆の構成比を人工地、農耕地・草地、樹林地、水域に分けて算出した。ここで1000mという範囲を用いたのは、ランドスケープスケールの解析を念頭に置いてパッチ状樹林地から外側に向かっての空間変

化の様相が報告されている事例^{⑬⑭)}において、1000m以遠では5000m(当該事例で取り上げられた最大値)まで大きな変化がないとされているからである。道路、鉄道、墓地、駐車場のような道路以外の舗装地と建築物を人工地に、農耕地(休耕地を含む)、芝生、草地を農耕地・草地に、河川、池、人工水域を水域に、樹林地、果樹園を樹林地に分類した。これは、鳥類を樹林地性、草地性、水辺性に分けた場合に、それぞれのグループが利用する可能性が高い空間と、どのグループも好まないであろう空間を、それぞれまとめたものである。以上の作業はArcGIS ver.8.1(ESRI Inc.)を用いて行った。

(4) 解析方法

地点スケールのデータである鳥類調査結果と植生調査結果、ランドスケープスケールのデータである樹林地面積と周辺土地被覆状況を同時に適切に解析することは、本研究における重要な課題である。そこで、異なる空間スケールの変数を含む階層的なデータセットに対応できる階層線形モデル²²⁾を適用し、2種類の空間スケールの環境条件と鳥類の出現状況との間の関係を分析した。

都市化に伴う鳥類群集の変化を解析する際、鳥類群集の状態を表す変数としては、①群集全体の種数や種多様性の指数、②群集構成種を類似の生態的特性を持つ種のグループに分けた時のグループごとの種数、③個々の種の個体数や出現の有無などが利用される。①は、生態的特性が異なる種を合算することから、群集変化の傾向を明確に示せない場合がある。③は、個々の種に特徴的な要因や種間競争など群集内の要因が強調され、都市化の影響が明確にならない恐れがある。そこで本研究では、②のアプローチを採用した。

東京とその近郊の市街地から郊外において行われた既往研究の結果からこれらの研究で記録された鳥類種の都市化に対する反応を類型化した加藤(2009)¹⁴⁾に基づき、都市化の影響が弱い場所に出現が限られる「都市忌避種」とされた鳥類(表-2)の各調査地点における出現種数を、第一の目的変数とした。都市忌避種とした28種のうち18種は、東條(2007)により森林を主な生息場所とする種とされ、各地点における都市忌避種数の中でこれらの種が占める割合の平均は、越冬期では94%、繁殖期では87%であった。それ以外の種のほとんどは、東條(2007)が生息場所の一部として森林を利用する種としたものか、または、森林への依存度が高いと思われる外来種であった。

「都市忌避種」には、都市化された地域でも大面積の樹林地には出現するが、小規模な樹林地や市街地には見られない種が含まれる。小規模な樹林地にも出現する種や、樹林地よりも市街地にむしろ多く出現する種は、それぞれ「都市適応種」「都市利用種」に区分されている¹⁰⁾。この2つのカテゴリーの鳥類の種数についても、比較のために「都市忌避種」と同様のモデルを作成した。

説明変数は調査地点における階層別植被率をレベル1(調査地点ごと)、樹林地面積および樹林地周辺の土地被覆構成比(農耕地・草地、人工地、樹林地、水域の4種類)をレベル2(樹林地ご

表-2 出現した種の分類

種の区分	含まれる種
都市忌避種	トビ、ツミ、カワセミ、アオゲラ、アカゲラ、コゲラ、キセキレイ、セグロセキレイ、ルリビタキ、ジョウビタキ、トラツグミ、アカハラ、シロハラ、ウグイス、ヒガラ、ヤマガラ、エナガ、ホオジロ、カシラダカ、ミヤマホオジロ、アオジ、ウソ、イカル、シメ、カケス、ハシボソガラス、ソウシチョウ、ワカケホンセイインコ
都市適応種	キジバト、ヒヨドリ、モズ、ツグミ、シジュウカラ、メジロ、カワラヒワ、オナガ、ハシボソガラス
都市利用種	ツバメ、ハクセキレイ、スズメ、ムクドリ、ドバト

加藤(2009)¹⁴⁾の都市利用種、都市適応種に属さない種は、都市忌避種として分類した。太字立体および太字斜体は、それぞれ「森林を主な生息場所とする」「生息場所の一部として森林を利用する」とされた種²⁹⁾。なお、移入種であるソウシチョウとワカケホンセイインコは分類の対象とされていない²⁹⁾。下線は繁殖期には都市忌避種と見なされる種¹⁴⁾。

と)のものとして用いた。後述するように、レベル1のモデルの説明変数は、モデルの総当たり法により選択した。その際に説明変数の数は少ない方がよいと、同様に植生構造と鳥類相を対比させた加藤・鶴川(2010)¹⁶⁾に倣い、低木層植被率と草本層植被率の平均値を下層植被率、亜高木層植被率と高木層植被率の平均値を上層植被率とした。さらに、植被率と土地被覆構成比については、0から1の間の値であるのを逆正弦変換して値域の両端付近における値の分布の様子を正規分布に近づけた。樹林地面積はhaで表現した上で常用対数値を計算した。

レベル1の説明変数である階層別植被率については、モデルに投入する前に樹林地ごとの平均値を実際の値から引くという中心化の作業を行った。例えば特定の樹林地では下層植被率が総じて低い、あるいは高い、といったように、植被率が樹林地により異なっている場合にその影響をモデルに反映させるため、階層別植被率の樹林地ごとの平均値をレベル2の説明変数として加えた。このような中心化により、目的変数の値のばらつきを、レベル1のサンプル(調査地点)間のものとレベル2のサンプル(樹林地)間のものと的確に区分できるようになる¹⁷⁾。

階層線形モデルにはいまのところ定式化された変数選択の方法がない。そこで本研究では加藤・鶴川(2010)¹⁶⁾の方法により変数選択を行った。

モデル構築に先立ち、レベル2の説明変数の全てのペアについて、積率相関係数を計算した。その絶対値が0.75を超えていた場合、どちらかの説明変数がモデルに採用された時点で他方の説明変数を分析から除外することとした。これに該当したのは、周辺の農耕地・草地比率と人工地比率($r=0.941$)、および樹林地比率と人工地比率($r=0.799$)であった。

3. 結果

レベル2の説明変数の値(変数変換前のもの)を表-1に示した。

都市忌避種(越冬期24種、繁殖期20種)、都市適応種(越冬期9種、繁殖期7種)、都市利用種(越冬期4種、繁殖期5種)のそれぞれの内訳を表-2に、種数について得られたモデルを表-3に示した。都市適応種については、越冬期、繁殖期とも、モデルが得られなかった。これは、都市適応種の出現種数が地点間でほとんど違わなかったことに起因すると考えられた(表-4)。

都市忌避種についてのモデルでは、レベル1の説明変数として、越冬期には上層植被率、繁殖期には下層植被率が選択された。また、レベル2の説明変数として、樹林地周辺の農耕地・草地比率が全てのモデルで選択され、加えて越冬期には、下層植被率の樹林地内平均値と樹林地面積が選択された。

これに対し都市利用種については、レベル1の説明変数として、越冬期、繁殖期を通じて上層植被率が選択された。但し係数の値は負で、高木・亜高木の植被が越冬期の都市忌避種にとってはプラスに作用したのに対し、都市利用種にはマイナスに作用したこ

表-3 得られた階層線形モデル

都市忌避種	
繁殖期	
種数 = (0.32 ^{ns} + 4.98 ^{***} 開放地比率 + u_0^{ns}) + 2.58 ^{**} 下層植被率 + r	$R^2=0.47$
越冬期	
種数 = (-6.51 ⁺ + 7.46 ⁺ 樹林地面積 + 6.70 ^{**} 平均下層植被率 + 8.40 ^{***} 開放地比率 + u_0^{ns}) + 3.32 ⁺ 上層植被率 + r	$R^2=0.53$
都市利用種	
繁殖期	
種数 = (3.38 ^{***} - 3.21 [*] 樹林地比率 + u_0^{ns}) - 3.27 ^{**} 上層植被率 + r	$R^2=0.21$
越冬期	
種数 = (2.14 ^{**} + 9.31 [*] 水域比率 - 3.55 [*] 開放地比率 + u_0^{*}) - 2.63 [*] 上層植被率 + r	$R^2=0.35$
樹林地面積は対数値、樹林地周辺1km以内の土地利用比率(開放地比率、樹林地比率、水域比率)、調査地点における上層植被率、下層植被率、樹林地における平均上層植被率、平均下層植被率は、逆正弦変換値。 ***: $p<0.001$, **: $p<0.01$, *: $p<0.05$, +: $p<0.1$, ns: $p>0.1$ サンプル数はレベル1は52、レベル2は13。	

表-4 都市忌避種、都市適応種、都市利用種の出現種数の調査地点間でのばらつき

	都市忌避種	都市適応種	都市利用種
繁殖期			
平均値	2.33	3.67	2.48
標準偏差	1.76	1.02	1.09
変動係数	0.76	0.28	0.44
越冬期			
平均値	4.38	5.67	1.90
標準偏差	2.50	1.17	1.30
変動係数	0.57	0.21	0.68

とを示している。レベル2の説明変数として、やはり樹林地周辺の農耕地・草地比率が越冬期のモデルで選択された。但し、係数の符号はやはり負で、周囲に農耕地・草地が多い樹林地では、都市忌避種が増え、都市利用種が減る傾向にあることを示した。これに対し水域比率が同じ越冬期のモデルで選択され、係数の符号は正であった。これは、ドバト、ハクセキレイ、ムクドリといった都市利用種が、河川周辺で比較的良好に見られることに由来すると考えられた。繁殖期のモデルでは、周辺の樹林地比率が選択され、係数は負であった。このモデルでは、農耕地・草地比率は説明変数として選択されていない。樹林地比率と農耕地・草地比率の相関は比較的高く($r=0.596$)、農耕地・草地比率の代わりに樹林地比率が選択された可能性も考えられる。

4. 考察

従来の研究では、樹林地周辺の植生が豊かであるほど樹林地内の鳥類相も豊かになる¹⁸⁾、といった形で結果が示され、樹林地周辺のどのような空間が樹林地内の鳥類の生息に寄与しているのかが不明であった。あるいは、同種の生息地、すなわち樹林地が周辺にも多く、また近接してあった方がよい、という観点で研究がなされていた²⁸⁾。本研究では、樹林地周辺の農耕地・草地が、樹林地内の鳥類により影響を及ぼす可能性が認められた。

問題は、樹林地ではなく、農耕地・草地がどのような意味を持っているか、である。本研究でいう農耕地・草地は、ほとんどが休耕地を含む農耕地、草地、芝生である。前述のように、今回都市忌避種に分類された種の多くは、東條(2007)²⁵⁾により森林を主な生息地にすると思なされた種である(表-2)。但し、一部の種は林縁種的な性質を持ち、隣接する農耕地・草地を採食場所として利用している可能性がある。都市忌避種とした種のうち、越冬期のホオジロ、カシラダカ、ウグイス、繁殖期のホオジロは、林縁を好む傾向があるとする報告もある²²⁾。これらの種が本研究の都

市忌避種に占める割合は小さいが、日本の場合、いわゆる樹林性種の多くが林縁から林内にかけて広く分布するともいう¹⁸⁾。あるいは農村地域の鳥類多様性が、樹林地と農耕地の混在によってもたらされているとする報告もある⁷⁾。本調査地に比較的近い場所で行われた Morimoto et al. (2006)も、近隣の樹林地比率ではなく農耕地・草地比率が一部の鳥類の種数と正の相関があったとし、本研究で都市適応種とされた種を含むが、キジバト、ツグミ、モズ、シメなど地上採食をする種が農耕地・草地で採食する可能性を示唆している²¹⁾。こうした点も踏まえ、樹林地を主たる生息地とする鳥にとっての農耕地や草地の役割を、さらに具体的に追跡する試みが、今後必要になるだろう。

森林内部性の種については、生息地の境界を越えて移動することを嫌う傾向にあるという報告もある⁸⁾。とはいえ、樹林の境界が鳥類の移動に及ぼす影響を調査した結果からは、建築物は都市忌避種の移動を妨げるが、丈の低い植生はそうではない可能性が示唆されている²³⁾。上述のように、日本の樹林性種の少なくとも一部は林縁性種としての性格を持つこともあわせて考えると、周囲に農耕地・草地が多く人工地が少ない樹林地では、近隣の樹林地との間の移動が近隣に建築物が多い樹林地と比べて起こりやすいとも考えられる。こうした移動については、境界の条件、樹林地間の距離、樹林地以外の場所における移動の容易性や視認性など様々な条件の影響を受ける。空間の浸透性³⁾²⁷⁾のモデル化など、現象を的確に表現する方法を見いだした上でのさらなる解析が必要である。

もっとも、周辺の農耕地・草地よりも樹林地そのものの方が、都市忌避種にとって有利に働いても不思議ではない。そこで、移動可能性以外に考えるべき可能性がもう一つある。ランドスケープスケールの鳥類相変化が結果に影響している、すなわち、ランドスケープにおける種の供給ポテンシャルが今回の結果の原因である可能性である。東京近郊では、農耕地は都市化とともに減少するが⁹⁾¹⁹⁾、樹林地は都市においても公園などとして残るものがある。実際、都区部では2001年から2006年の間に、農地は21%減少した一方で公園は微増している²⁶⁾。従って、農耕地や草地の方が、樹林地よりも都市化の影響を反映しやすい。つまり、農耕地・草地比率は、農地や草地の面積比率としてではなく、都市化指標として評価されるべきである、ということになる。本研究で、農耕地・草地比率と樹林地比率(ともに逆正弦変換値)の平均値は0.29と0.28、標準偏差は0.17と0.10であり、平均値が同じくらいであるにもかかわらず標準偏差に大きな差が生じていた。このことは、本調査対象地において、農耕地・草地比率が樹林地比率よりも大きな空間的変動を示したことを示す。

このほか、渡り鳥の飛来を含む、さらに広域的なスケールでの鳥類供給ポテンシャルについても、種の供給源となる大規模樹林地や、越冬期の鳥類の場合にはその推定される繁殖地との関係を踏まえて、今後考慮されるべきだろう。

都市の樹林地に生息する都市利用種にとっての周辺空間の位置づけも興味ある課題である。都市利用種はハクセキレイ、ムクドリのように樹林性とは言い切れない種も含んでいる。にもかかわらず、周辺における農耕地・草地比率は越冬期のみだが負に作用した。農耕地・草地比率がその直接的な意味ではなく、ランドスケープスケールでの都市化の状態や種の供給ポテンシャルの指標となり、農耕地・草地比率の負の係数は、樹林地比率の負の係数とともに、都市に向かうほど都市利用種が多くなる傾向を反映していた可能性が考えられる。

本研究の結果、パッチ状樹林地の鳥類の生息状況に対し、樹林地周囲の農耕地・草地のありようが影響している可能性が示された。その理由として、1)樹林地を利用する鳥類の一部が、周辺の農耕地・草地も利用している、2)農耕地・草地が鳥類の移動可能

性に影響する、3)ランドスケープスケールでの種の供給ポテンシャルも関係する、の3つの可能性が考えられた。今後は、これらの課題について、より直接的な観察によって取り組む試みも求められよう。

謝辞 本研究の実施にあたっては、調査対象樹林地の関係者の皆様、ならびに東京大学大学院農学生命科学研究科附属緑地植物実験所の皆様に、様々な形でお世話になりました。ここに改めてお礼を申し上げます。本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(B)、代表:加藤和弘、課題番号 18380020)の助成を得て行われました。関係者に謝意を表します。

引用文献

- 1) Askins R.A., Philbrick M. J., and Sugeno D. S. (1987): Relationship between the regional abundance of forest and the composition of forest bird communities. *Biol. Conserv.* 39, 129-152
- 2) Bickel R. (2007): *Multilevel analysis for applied research*. Guilford Press, New York, pp.355
- 3) Bigelow S.W. and Parks S.A. (2010): Predicting altered connectivity of patchy forests under group selection silviculture. *Landsc. Ecol.* 25, 435-447.
- 4) Blake J. G. and Karr J. R. (1987): Breeding birds of isolated woodlots: Area and habitat relationships. *Ecology* 68(6), 1724-1734.
- 5) Castellón T. D., Sieving, K. E. 2006. An experimentally test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. *Conserv. Biol.* 20, 135-145
- 6) Dunford W. and Freemark K. (2004) Matrix matters: effects of surrounding land uses on forest birds near Ottawa, Canada. *Landsc. Ecol.* 20, 497-511
- 7) 福井亘, 近藤公夫, 安部大就, 増田昇(1997): 神戸市西区の都市近郊農村における農村環境と鳥類生息に関する研究. *ランドスケープ研究* 60(5), 553-556
- 8) Hodgson P., French K. and Major R. (2007): Avian movement across abrupt ecological edges: differential responses to housing density in an urban matrix. *Landsc. Urban Plann.* 79, 266-272
- 9) Ichikawa, K., Okubo, N., Okubo, S. and Takeuchi, K. (2006): Transition of the satoyama landscape in the urban fringe of the Tokyo metropolitan area from 1880 to 2001. *Landsc. Urban Plann.* 78: 398-410
- 10) 加藤和弘 (1996): 都市緑地内の樹林地における越冬期の鳥類と植生の関係, *ランドスケープ研究* 59(5), 77-80
- 11) 加藤和弘, 一ノ瀬友博, 高橋俊守(2003): 分類樹木を用いた生物生息場所の分類—河川水辺の鳥類を対象とした事例研究. *応用生態工学* 5, 189-201
- 12) Katoh K. and Nakamura T. (2003): Daily change in spatial distribution of Jungle Crows in urban areas. *Glob. Environm. Res.* 7, 175-180
- 13) 加藤和弘 (2005): 都市のみどりや鳥. 朝倉書店, 122pp
- 14) 加藤和弘 (2009): 鳥類の種組成に基づく都市の鳥類生息環境評価指数の提案. *ランドスケープ研究* 72(5), 805-808
- 15) Katoh, K. and Takahashi, T. (2009): Can the Width of the Surrounding Area that Influences Within-Patch Species Richness in Urban Habitat Patches Be Estimated Using Regression Model Comparison? *J. Environm. Inform. Sci.* 37(5), 31-40
- 16) 加藤和弘, 鶴川健也 (2010): 景観生態学研究における階層線形モデルの有用性の検討. *ランドスケープ研究* 73, 763-766
- 17) Kreft I. and de Leeuw J. (1998): 小野寺孝義 編訳, 岩田昇, 菱村豊, 長谷川孝治, 村山航 訳 (2006): 基礎から学ぶマルチレベルモデル. ナカニシヤ出版, 197pp.
- 18) Kurosawa, R. and Askins, R. A. (1999): Differences in Bird Communities on the Forest Edge and in the Forest Interior: Are There Forest-interior Specialists in Japan? *J. Yamashina Inst. Ornith.* 31: 63-79
- 19) 三國政務(1999): 市街化調整区域の土地利用変化の実態と問題点—千葉市稲毛区におけるケーススタディー. 建築学会計画系論文集 524, 185-190
- 20) 森本豪, 加藤和弘(2005): 緑道による都市公園の連結が越冬期の鳥類分布に与える影響. *ランドスケープ研究* 68, 589-592
- 21) Morimoto T., Katoh K., Yamaura Y. and Watanabe S. (2006): Can surrounding land cover influence the avifauna in urban/suburban woodland in Japan? *Landsc. Urban Plann.* 75, 143-154
- 22) 中津弘, 夏原由博, 前中久行(2008): 京阪奈丘陵における詳細スケールでの二次的自然の配置パターンと鳥類の関係. *緑化工学会誌* 34(1), 91-96
- 23) 小川直哉, 加藤和弘(2010): 都市緑地における鳥類のパッチ境界を越える移動と境界外縁部の土地被覆との関係. *環境情報科学論文集* 24, 67-72
- 24) Raudenbush S.W. and Bryk A.S. (2002): *Hierarchical linear models: applications and data analysis methods* (2nd ed.). Sage Publications, 485pp.
- 25) 東條一史(2007): 日本産森林依存性鳥類種数の推定. *森林総合研究所研究報告* 6(1), 9-26
- 26) 東京都都市整備局(2008)東京の土地利用 平成18年東京都区部. 東京都都市整備局都市づくり政策部土地利用計画課
- 27) Turner M.G., Gardner R.H., and O'Neill R.V. (2001): *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer, New York, 401pp.
- 28) 鶴川健也, 加藤和弘 (2007): 都市の鳥類群集と環境との関係に関する研究の現状と課題. *ランドスケープ研究* 71, 299-308