

平成 21 年 5 月 25 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：平成 18 年度～平成 20 年度
 課題番号：18380020
 研究課題名（和文） 都市のパッチ状樹林地を取り巻くマトリクスが樹林地の鳥類群集に及ぼす影響
 研究課題名（英文） Influence of matrix attributes on bird communities in urban patchy woodlots within the matrix
 研究代表者
 氏名（アルファベット）加藤和弘(KATOH, Kazuhiro)
 所属機関・所属部局名・職名 東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授
 研究者番号 60242161

研究成果の概要：

都市および近郊のパッチ状の樹林地における鳥類相や鳥類の種多様性が、パッチを取り巻くマトリクスの状況によってどう変化するかを検討した。マトリクスに農地や瘦地、樹林地が多い場合、その中にあるパッチ状樹林地の鳥類の種多様性は高まり、都市的な環境を避ける傾向を持つ種（都市忌避種）の出現が増えた。マトリクス自体において確認される鳥類の種多様性についても同様の傾向が認められた。都市忌避種のかなりのものがマトリクスでは確認されず、日常的にマトリクスを利用していると考えにくいこと、境界部での移動調査から日常的な移動もほぼ起こっていないと考えられたこと、から、補助的な生息場所としてのマトリクスの機能よりも、マトリクスにおける移動可能性がパッチ内の鳥類相を規定している可能性が示唆された。都市忌避種が容易に移動できる樹林地であれば、そこが利用される可能性は高まる。樹林地の周囲が鳥の移動に向かない空間であれば、都市忌避種はたとえ樹林地内の条件が良好であってもそこに到達することはなく、結果、樹林地は生息場所として機能しなくなるであろう。このように、生息場所（樹林地）間の移動が容易になることが都市忌避種の生息を助けていると考えられた

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
平成 19 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
平成 20 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	6,300,000	1,890,000	8,190,000

研究分野：農学

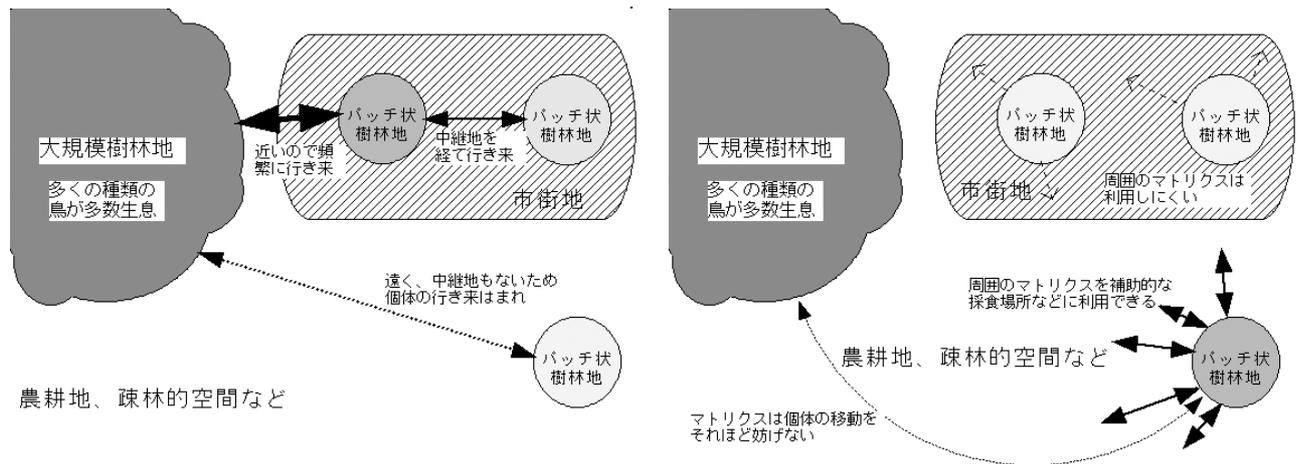
科研費の分科・細目：農学、園芸学・造園学

キーワード：景観、緑地生物学

1. 研究開始当初の背景

都市内にパッチ状に存在する樹林地は、近年しばしば景観生態学的な研究の対象となっている。パッチ状樹林地の生物生息場所と

しての機能に関与する要因として、一連の研究により、樹林地内部の植生、樹林地面積、他の樹林地との連結性などが指摘されてきた。最近では、樹林地を取り巻く空間、すな



隣接・近傍の樹林地間の個体の移動を重視した孤立性の考え方 周囲のマトリクスの利用可能性を重視した新しい考え方

図1 樹林地を取り巻くマトリクスの鳥類群集への働きに関する概念図

従来は大規模な樹林地からの個体の補充などが重視されていたが(左)、樹林地を取り巻くマトリクスが鳥にとって利用可能な空間であることが、生息場所としての樹林地の質により大きく関わるという考え(右)が現れてきている。

わちマトリクス空間が、動物にとっての移動経路となり他の樹林地との連結性を変化させ、あるいは補助的な生息場所となって樹林地面積の不足を補う可能性も指摘されている(図1)。生物生息場所としてのパッチ状樹林地の機能を向上させる手段が、都市内では大きく制約されていることを考えた場合、マトリクス空間の改善は、都市において生物多様性の保全を進め人間と生物とのふれあいの機会を増すうえで、今後重要な選択肢になり得る。マトリクス空間の望ましい状態について、関連する知見は当時限定的であった。

2. 研究の目的

本研究では、マトリクスに囲まれたパッチ状樹林地の生息場所としての機能を高めるため、および、マトリクス自体が生物の生息場所として機能するため、どのような工夫が必要であるか、樹林性の鳥類の生息状況を指標としつつ明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

1) 方法論的検討

あるパッチ状生息地に対してマトリクスが及ぼす影響を取り扱う上で、パッチからどのくらいの範囲のマトリクスを調査対象とすべきかについては、定見がない。従来の研究において最も主要な手段とされてきた、パッチ境界からの距離を変えつつ複数の範囲のマトリクスを調査して、最適なマトリクス範囲を設定するというやり方について、東京都および千葉県のパッチ状樹林地を対象とした調査結果(第3項参照)に適用し、その妥当性を検討するとともに、それに変わり得る調査手法の提示を試みた。

2) メタアナリシス

パッチ状樹林地の鳥類を対象とした既往研究は都市地域においても少なくない。これ

らの研究の多くは、パッチ面積と鳥類種数の間に正の相関関係があると報告しているが、相関関係を回帰直線で表した場合に事例間で結果は必ずしも一様ではない。事例間の違いが、事例地域間のマトリクスの違いに帰結できないかどうか、東京都心、横浜、千葉の事例を比較して検討した。

3) パッチ状樹林地内の鳥類相に対するマトリクスの影響の解明

マトリクスの属性以外の条件が概ね均一になるようにパッチ状樹林地を選定し、樹林地間の鳥類相の違いがマトリクスの属性によって説明されるかどうかを検討した。鳥類相に特に重要な影響を与える樹林地面積については、2~3haで統一した場合=小面積樹林地と、6~10haで統一した場合=中面積樹林地の2通りについて調査した。越冬期および繁殖期に各3~4回、定点センサス(樹林地あたり4点、中面積樹林地)またはラインセンサス(樹林地全域をカバー、小面積樹林地)により鳥類相を調査した。

中面積樹林地の調査に対応する形で、各樹林地の周囲に7~18箇所の微小面積樹林地(0.01~2ha)を選定し、定点センサスによる鳥類相の調査を行った。この結果から、中面積樹林地の所在する地域ごとに鳥類種数-樹林地面積関係を算出し、地域間でこの関係がどのように変化するかどうかを検討した。

4) パッチの境界を移動する鳥類の調査

マトリクスとパッチ状樹林地の関係を知る上で、両者の境界を鳥類がどのようにして通過するかを知ることが手がかりを与えるかもしれない。海外では、こうした点に注目した研究も始まっているが、まだ事例は少ない。本調査では、パッチの境界に沿って設定された調査線(トランセクト)を横断する全ての個体を記録する。パッチの境界に沿って

40mの長さのトランセクトを設定する。調査者は、この一方の端に立って10分間、トランセクトから10m以内に接近した全ての個体を記録する。記録内容は種名、個体数、飛翔または止まった場所の高度、止まった場所の種類、移動の内容(トランセクトを横切ったか否か、横切った場合にはその方向、横切らなかった場合にはトランセクトのどちら側にいたか)である。規定の時間が経過した後、調査者はもう一方の端に移動して同様に同じ時間だけ調査を継続する。この調査を、東京都および千葉県7箇所のパッチ状樹林地を対象として行った。

4. 研究成果

1) 方法論的検討

マトリクスの状況は、東京およびその周辺の都市部においては樹林地の外側数kmの範囲までは概ね一定であることが明らかになった。このことは、パッチ状生息地の周囲に異なる幅の領域を設定してマトリクスの状態を検討しても、その際の最大幅がせいぜい数kmであるなら、比較される複数のマトリクスの間には本質的な違いが存在しないことを意味する。そのような状況下では、従来一般的に用いられていた、パッチ境界からの距離を変えつつ複数の範囲のマトリクスを調査して、結果の当てはまりの良さを指標にして最適なマトリクス範囲を探索するというやり方は、データにおける統計的なノイズに結果が左右され不適当と考えられた。

対象生物の行動圏に根拠を置いたマトリクス幅の設定や、複数の幅を利用する場合には異なる結果の統計的な比較を併用することが、今後の対応として勧められる。経験的によく利用されている幅のマトリクスを用いたとしても、それが行動圏から著しく逸脱しない限りは、次善の策として許容され得よう。少なくとも、上述の手順で「最適なマトリクスの幅」を提示することは望ましくない(Katoh and Takahashi, 2009)。

2) メタアナリシス

都市およびその近郊のパッチ状樹林地を対象として行われた鳥類調査の結果を比較し、鳥類群集構成種の出現パターンを類型化した。その結果、鳥類群集の種組成は、概ね「都市化傾度」に沿って変化していると見なし得ることがわかった。樹林地面積の違いに対応する種組成の変化、周辺の都市化の違いや樹林地間の連結性の違いに関連する種組成の変化、植生構造の単純化に伴う種組成の変化など、いずれも種多様性の高い群集から「都市化の影響に弱い種」が脱落していき、「都市化の影響に強い種」や「都市環境を積極的に利用する種」からなる群集へと移行するパターンに帰結できる。ここで登場する3

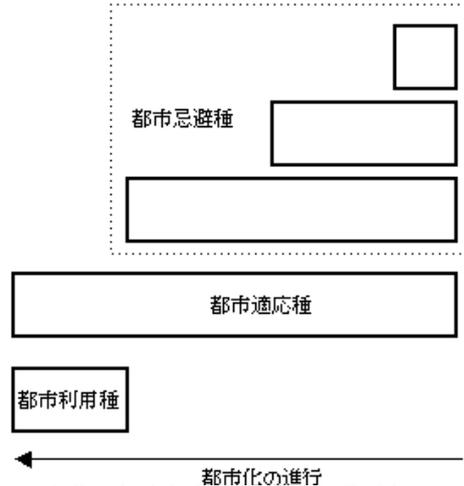


図2 都市化に対応した鳥類種の出現パターン

つの種のグループについて、海外における研究成果も踏まえ、順に「都市忌避種」「都市適応種」「都市利用種」と呼ぶ(図2)。

過去の事例からはスズメ、ドバト、ムクドリ、ハクセキレイが都市利用種としての性格を強く持ち、都市適応種としてはハシブトガラス、ヒヨドリ、シジュウカラ、メジロ、ツバメ、カワラヒワ、オナガ、モズ、キジバト、ツグミを挙げることができた(表1)。

検討の結果、都市適応種と都市利用種の間には明確な境界を設定することが難しいことが示された。また、都市利用種数+都市適応種数+2×都市忌避種数を鳥類による都市環境評価指数として利用できると考えられた(加藤、2009)。

東京都文京区、横浜市(港北ニュータウン、緑道による樹林地間の連結がない樹林地に限定)、千葉市(花見川区、美浜区)での調査事例に基づき、都市忌避種数を目的変数、樹林地面積の常用対数値を説明変数とする回帰分析を行ったところ、回帰係数の値は地域間ではほぼ同じだったのに対して、定数項の値は文京区で最小、次いで横浜市、千葉市の順になり、これはマトリクスにおける緑被率に対応しているものと考えられた(未発表)。

3) パッチ状樹林地内の鳥類相に対するマトリクスの影響

・小面積樹林地

樹林地の鳥類種数は、植生の階層構造が場所により異なることの影響を受ける。そこで、階層構造が類似の場所のみを取り上げて分析したところ、以下の結果が得られた。

・樹林地における越冬期の渡り鳥はマトリクスに水域が多いほど、繁殖期の留鳥はマトリクスに草地・農地が多いほど、それぞれ種数が増える傾向が認められた。

・マトリクスにおける留鳥の種数は、近傍に樹林地が多い調査地点ほど多い傾向が認められた。

・越冬期の渡り鳥は、例えば関東山地のよう

表 1 既往研究の成果に基づき、都市の樹林地に出現する鳥類種を、都市環境に対する選好性に応じて分類した結果

文献	1	2	3	4	5	5	5	6	7	8	9	10		
対象地域	南関東	千葉市	港北NT	文京区	小石川	三四郎	占春園	所沢	所沢	東京都	東京都	南関東		
樹林地数	161	30	38	19	1+M	1+M	1+M	20	26	10	10	81		
季節	越冬期	M	G	W	越冬期	繁殖期								
都市忌避種														
ユグラ	W	1	9	W	W	W	W	W	G	W	W	W		
ウグイス	G	1	8	W	W	W	W	W	G	W	W	W		
シロハラ	W	7	7	W	W	W	W	W	W	W				
アオジ	W	1	7	W	W	W	W	W	G	W	W			
シメ	X	1	7	W	W	W	W	W	W	G	X			
エナガ	W	4	4	W	W					W	W	W		
ルリビタキ	W	4	4			W	W			W				
カシラダカ	W	4	4		W				W	W				
アカハラ	W	3	3	W	W	W								
ホオジロ	W	3	3		W		W					W		
ヒガラ	W	2	2			W			W					
コジュケイ	W	2	2						W	W		W		
ジョウビタキ	W	1	1	2	W	W			G	M				
トラツグミ	W		1				W							
都市利用種														
カワラヒコ	G	3	1 6	W	W	W	M	M	W	W	G	W	M	G
オナガ	G	2	2 4	W	G	W	W	W		G	M	M		G
モズ	G	1	3 4	W	G	W	W	W		M	G	G		
キジバト	G		7 3	W	G	W	G	G	W	G	G	G	G	G
ツグミ	G	1	3 3	W	G	W	G	G	W	G	G	G	M	
ヒヨドリ	G		10	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
シジュウカラ	G		10	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
メジロ	G		10	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	W
ハシボソガラス	M		9	1	G	G	G	G	G	G	W	G	G	G
ツバメ														G
都市忌避種														
ムクドリ	G	7	1	M	G		M	M		M	M	M	M	G
スズメ	G	6	4	G	G	M	M	G	G	M	M	M	M	G
ドバト	M	6	3	M	G	M	G	G	M		M	M	M	X
ハクセキレイ	M	5	3	M	G		M	G	G	M	M	M		
都市忌避種としてよさそうな種														
ハシボソガラス	W	1	1	M	G									
アオゲラ	W		1 1						G	W				W
カケス	W								W					
キクイタダキ	W													
ヤマガラス	W		1 1						G		W			W
傾向が不明瞭な種														
トビ	X													

文献 1: 岡崎・加藤(2004), 2: Morimoto et al. (2006), 3: 森本・加藤(2005), 4: 加藤(1996), 5: 加藤(2005), 6: 一ノ瀬・加藤(1994), 7: 一ノ瀬・加藤(2003), 8: 鶴川(2005), 9: 鶴川(未発表), 10: 岡崎・加藤(2005). 文献番号の太字は、岡崎・加藤(2004)で再解析の対象となったデータを掲載しているもの。
W: 樹林性, G: ジェネラリスト, M: マトリクス性, X: 分類外, 無印: その文献では扱われていなかった種
表中の数字は文献1~9の中で当該種が当該カテゴリーの種として分類されている地域の数を示す。
対象地域における対象樹林地数で、1+Mとあるのは、中心となる樹林地とその周囲のマトリクス空間を調査したことを意味する。
種名の太字・下線は、東奈(2007)において「森林を主な生息場所とする」とされた種。太字は「生息場所の一部として森林を利用する」とされた種。
なおコジュケイは東奈(2007)では「森林に生息する種であるが外来種であるため、評価対象となっていない」。

な夏の間の繁殖地から、多摩川のような河川沿いの緑地にそって移動し、パッチ状樹林地に到着している可能性が考えられた。

・マトリクスの樹林地は、小規模でも、その内部のパッチ状樹林地およびマトリクスそれ自体における鳥類の生息に寄与する(鶴川・加藤, 2007)。

・中面積樹林地

越冬期の都市忌避種の種数は、マトリクス内の開放地(農耕地および草地)率および樹林地内の草本層植被率で説明された($R_{adj}^2=0.90$)。同じく個体数は、開放地率、草本層植被率、亜高木層植被率で説明された($R_{adj}^2=0.82$)。繁殖期の都市忌避種の種数はマトリクス内の開放地率により説明され

($R_{adj}^2=0.44$)、個体数はマトリクス内の人工地率により説明された($R_{adj}^2=0.63$)。一連の結果から、樹林地面積をそろえ、さらに樹林地の植生構造の影響を除いた場合、樹林地における都市忌避種の生息状況は樹林地を取り巻くマトリクスの状況に左右され、開放地が多ければ生息に有利、人工地が多ければ不利に働くものと考えられた。これは、マトリクスを介して他の樹林地との間で移動を行う可能性や、そもそも繁殖地から渡ってくる際の移動の妨げになりやすいか否かに関わってくるものと考えられた(未発表)。

・種数面積関係の地域間の違い

調査地域を以下の5グループに分けた。都心、都内近郊、検見川・稲毛、おゆみ野、船

橋法典である。グループごとに、調査された微小面積樹林地および中面積樹林地の一つ一つをサンプルとし、空中写真から判読された樹冠被覆面積を説明変数、都市忌避種の種数を目的変数とする重回帰モデルを作成したところ、グループ間で直線の高さ(切片)に違いがあることが認められた。

上述の順に地域における都市化の度合いが小さくなり、地域全体としての緑被率が增大すると考えられた。そこで、都市化度として、各グループの調査区に対し、0、1、3、4、5を与え、全ての地域のデータを一まとめにして重回帰分析を行った。

都市忌避種の種数または個体数を目的変数、樹冠被覆面積(樹林地面積)、上層植被率、下層植被率、都市化度を説明変数とする重回帰モデルを作成した。その結果、種数を目的変数とした場合には樹冠被覆面積と都市化度を説明変数とするモデルが選択され($R_{adj}^2=0.51$, $N=127$)、個体数が目的変数の場合にはさらに下層植被率を説明変数に加えたモデルが選択された($R_{adj}^2=0.42$, $N=127$)。

この結果から、マトリクスの人工改変度が大きくなると、同じ属性を内部に備えた樹林地であっても鳥類の生息場所として働きにくくなることが示された(未発表)。

・その他

鳥の調査と並行して、一部の樹林地においてチョウの調査を実施し、チョウと鳥とでその種組成や種多様性に及ぼす要因がどう異なるかを検討した。その結果、チョウのほうが樹林地における植物の種多様性など局所的な要因の影響をより強く受け、マトリクスの影響は鳥ほどには顕著でないことが示された(未発表)。

4) パッチの境界を移動する鳥類の調査

樹林地から外(マトリクス)に出て行く個体に関しては、マトリクスの状況によって移動のしかたが異なる傾向が認められた。都市利用種としての性質が強いドバトやスズメは、住宅地や開放地に対してはよく飛び立っていったものの、樹林地への飛び立ちはあまり認められなかった。ハシブトガラスもそれに近い傾向を示したが、樹林地への飛び立ちもある程度認められた。シジュウカラやメジロは樹林地への飛び立ちが多く認められた一方住宅地、特に高層住宅地への飛び立ちは希であった。ただメジロについては、常緑樹の生け垣のある低層住宅地に向かっての飛び立ちが相当数記録された。ヒヨドリについては、マトリクスの状況によらず活発な移動が認められた。

都市忌避種に関しては、樹林地内にはある程度の個体が認められたものの、樹林地の境

界を越えての移動はほとんど記録されなかった。

マトリクスの状況がパッチ状樹林地内の鳥類、特に都市忌避種の生息状況に影響する理由を、以上の結果から考察した。当初想定された可能性として、まずマトリクスが補助的な生息場所として利用されることが挙げられていたが、都市忌避種のかなりの種がマトリクスでは確認されず、日常的にマトリクスを利用していると考えにくいこと、境界部での移動調査から日常的な移動もほぼ起こっていないと考えられること、から、その可能性は低いと考えられた。もう一つの可能性であるマトリクスにおける移動可能性がむしろ重要であると考えられた。これは、越冬期の鳥類が、一冬の間同じ樹林地にとどまっているのではなく、ある程度日数を過ごした後別樹林地に移動する、という行動パターンを持っていると仮定した場合に説明が可能になる。都市忌避種が容易に移動できる樹林地であれば、そこが利用される可能性は高まるだろう。樹林地の周囲が鳥の移動に向かない空間であれば、都市忌避種はたとえ樹林地内の条件が良好であってもそこに到達することはなく、結果、樹林地は生息場所として機能しなくなるであろう。このように、生息場所間の移動が容易になることが樹林地性種の生息を助けているものと考えられた(未発表)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

鵜川健也・加藤和弘(2007): 都市域の樹林地および樹林地を取り巻く空間の環境条件と鳥類群集との関係. ランドスケープ研究 70(5), 487-490

鵜川健也・加藤和弘(2007): 都市の鳥類群集に影響する要因に関する研究の現状と課題. ランドスケープ研究 71,

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クスへ. 都市緑化技術 70, 14-17

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? Journal of Environmental Information Science 37(5), 31-40.

加藤和弘(2009): 鳥類の種組成に基づく都市の鳥類生息環境調査指数の提案. ランドスケープ研究 72(5), 805-808

〔学会発表〕(計2件)

鷓川健也・加藤和弘(2007):都市域の樹林地および樹林地を取り巻く空間の環境条件と鳥類群集との関係.日本造園学会2007年度研究発表会

加藤和弘(2009):鳥類の種組成に基づく都市の鳥類生息環境調査指数の提案.日本造園学会2009年度研究発表会

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特記すべき事項無し。

6. 研究組織

(1)研究代表者

加藤和弘(東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授)

(2)研究分担者

一ノ瀬友博(慶應義塾大学環境情報学部准教授、平成18年度まで兵庫県立大学自然環境科学研究所准教授)

高橋俊守(宇都宮大学農学部准教授)

(3)連携研究者

なし