

繁殖期の鳥類群集からみる都市部の線状緑地と周辺地域との関係

A Case Study on Relationship between Linear Spaces in the City and Its Surrounding Areas seen from the one of Bird Communities.

宮本 脩詩* 福井 亘*

Shushi MIYAMOTO Wataru FUKUI

Abstract: It is important to form the ecological network that is linked preserved forest areas by ecological corridor to retain the biodiversity in urban area. We focused on small rivers running in city as one of the ecological corridor. To spread the ecological network over minutely, it is important to clear that role of the small river for network and maintenance it favorably. In this study, we selected the Lake Biwa canal running in urban area of Kyoto city and forest areas and residential areas near the canal. We investigated birds that are species indicate environment and trees along the canal. As a result, it was cleared that the Lake Biwa canal has a more positive influence on the biodiversity than residential areas. The positive influence is caused by the number of trees along the canal, and it was cleared that birds like forest and urban areas tend to come and go between forest and the canal more actively by increasing the number of arbor than by increasing species of trees.

Keywords: linear space, ecological network, birds, GIS, similarity ratio, TWINSpan

キーワード: 線状緑地, 生態的ネットワーク, 鳥類, GIS, 類似度, TWINSpan

1. はじめに

現在の生物多様性国家戦略¹⁾では、「生物多様性が保たれるためには、保全すべき地域を核(コアエリア)として確保し、これらを生態的な回廊(コリドー)により有機的につなぎ、生態的ネットワーク(エコロジカルネットワーク)を形成していくことが必要」と示し、この構想が日本の多くの都市での緑の基本計画へ実際適用されている²⁾。都市の生物多様性保持のためには、第一に生物の生息場所の確保が必要であり、パッチに関して多くの研究が進められている。生物多様性をみる一つの指標としては、鳥類の調査から調べる手法が多く利活用されている。既往研究をみると、平野ら³⁾は樹林地面積と鳥類種数、加藤⁴⁾は樹林地の階層構造と鳥類多様度との関係を調査し、他にも植生の種構成⁵⁾、分散度⁶⁾などと鳥類の関係をみた研究もあり、多岐にわたる。加藤⁴⁾は都市緑地において、特に低木層、草本層といった樹林の下層部の発達が鳥類の多様性を高めると整備の参考となる内容についても報告している。それに対し、ネットワークのもう一つの構成要素であるコリドーに関する研究は少ない。森本ら⁷⁾は樹林地間の緑道による連結が樹林性鳥類の生息を助けることを述べ、宮本ら⁸⁾は樹林地に近い緑道では樹林性の鳥類が飛来していることも報告している。また緑道の一つの河川では、平野ら⁹⁾は河川幅の増加により水辺性鳥類種数が増えることを、小出ら¹⁰⁾は水際傾斜のゆるさが水辺性鳥類に、河川緑地が樹林性鳥類に影響を与えているなどの報告がみられる。より細部まで生態的ネットワークを張り巡らせるには、都市に無数に点在する緑地と小規模な河川などの線状緑地をつなぎ合わせる事が重要と考えられるが、そもそも小規模線状緑地がネットワークに果たす機能や役割が十分明らかになってはいない。小規模な線状緑地では、そこに生息している種よりも周辺から侵入する種が多いと推測され、どれだけ周囲の緑地に生息している鳥類を飛来させてその行動圏を拡げることができるかが線状緑地の生態的評価としては重要である。しかし、既往研究には小規模な線状緑地を対象として、線状緑地の

鳥類の種組成とその周囲の樹林地の鳥類との違いを比較し、線状緑地の環境要因との関連性について調査したものはみられない。また、小規模な線状緑地が都市の中でどの程度の生態的ポテンシャルを有しているのかを評価したものもない。

よって、本研究では、京都市内都市部を流れる小規模な運河である琵琶湖疏水を対象として、疏水沿いとその周辺部の緑地や住宅地で鳥類の出現状況を調査し、比較することで、水鳥ではなく陸上性の鳥類から見た線状緑地の生態的ポテンシャルを評価した。また、疏水と周辺緑地との間の鳥類の出現状況の違いを調べ、それが疏水の整備状況のどの要因と関係を持っているかを調査し、続いて緑地と離れた疏水部分ではどのような環境が好まれるのかについて明らかにし、小規模線状緑地がネットワークに果たす機能や役割を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

(1) 調査対象地の設定

図-1に調査地設定の模式図を示す。琵琶湖疏水の中でも、山沿いではない疏水長約13kmを対象とした。疏水周辺部については、福井ら¹¹⁾の研究で調査地点から500mの範囲の土地利用が鳥類の出現に影響をおよぼしているという結果を参考に、GISを用いて疏水から500m圏内の緑地と河川を抽出した。そして、その緑地と河川での鳥類相の把握を行うため緑地内部と緑地境界に調査地を設定した。河川については境界部のみに設定した。また、疏水の有無による鳥類相の違いを明らかにするため、抽出した緑地および河川から疏水までと等しい距離で、かつ緑地や河川に近接した疏水部分の用途地域と同じ環境を市街地の中にGISを活用してサンプル抽出をし、緑地外部の調査地として設定した。用途地域に関しては、外間ら¹²⁾が第1種低層住居専用地域と他地域との間に緑被率の明確な差が認められたこと、第1種中高層住居専用地域も比較的他の差が明瞭であったとの報告をしており、緑被率を規定する要因として用途地域を挙げていることから、緑被

*京都府立大学大学院生命環境科学研究科

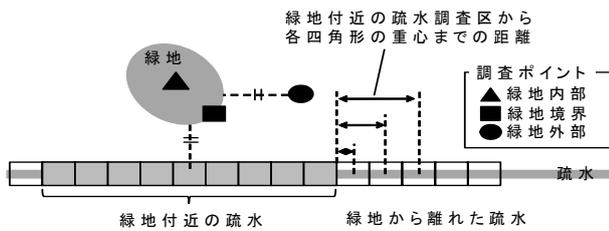


図-1 調査地設定の模式図

率をそろえるための一つの指標として用途地域を用いた。また、緑地外部の地点は、近隣に公園などの緑地空間が少ないこと、交通の多い通りに面していないこと、調査の際の見通しの良い場所であることを配慮して設定をした。以上を踏まえ予備調査を行い、緑地内部7地点、緑地境界部21地点(うち4地点が河川境界)、緑地外部21地点(うち4地点が河川外部)の合計49地点を設定した。公的機関による数値データ¹³⁾¹⁴⁾を基にGISで基礎データを作成した。抽出の対象とした緑地は、Google earthで実際の緑被状態と比較し、植生図データのタケ・ササ群落、伐採跡地群落、常緑広葉樹二次林、常緑広葉樹林、常緑針葉樹二次林、暖温帯針葉樹林、植林地、河辺林、沼沢林、竹林、落葉広葉樹二次林、落葉広葉樹林、落葉広葉樹林(日本海型)、市街地等(残存・植栽樹群をもった公園、墓地等)の14分類を用いた。抽出された緑地の最小面積は0.72 haであった。抽出対象とした河川は、市街地等(開放水域)に分類されたものを用い、そのうち鴨川と高野川の一部が抽出された。この2河川の平均河川幅は49 mであった。なお、現状を踏査して変化があった場所は、基礎データの修正を行い、データを構築した。なお使用したGISのソフトウェアは、ESRI社製のArc Map10.2である。

(2) 鳥類・疏水環境調査

1) 疏水沿いの鳥類調査

鳥類調査は、2013年6月～7月の晴れ、もしくは曇りの日に疏水の中で水面が表に出ており、山沿いではない部分の約13 kmでラインセンサス法¹⁵⁾により実施した。調査時間と回数は、午前5時から午前11時30分までに、8回の調査を実施し、調査区域間で調査時刻に偏りが生じないように調査順序は無作為とした。1回の調査では、疏水に沿って平均時速約2.7 kmで歩き、半径約20 m圏内での目視、および声のきかれた鳥類の種名、個体数を1/2,500の地図上に直接記入した。往來を繰り返して明らかに同一個体とわかる個体についてはカウントしなかった。なお、疏水沿いの樹木は半径約20 m圏内にはほぼ網羅されていた。疏水の平均幅は約10 mであり、調査は両岸を歩いて行ったので、調査幅は疏水の中心線から25 mであった。調査結果は、全てGIS化した。

2) 疏水沿いの樹木調査

2013年9月～11月の間に、疏水際から5 m以内で、かつ高さ1.5 m以上の樹木の種類と場所を全て確認し、1/500の地図上に直接記入した。集計した樹木は、落葉樹と常緑樹に分類し、さらに高木(10 m以上)、小高木(6～9 m)、低木(1～5 m)、小低木(1 m以下)¹⁶⁾と4分類し、全てGIS化した。

3) 疏水周辺の鳥類調査

鳥類調査は、2014年6月～8月の晴れ、もしくは曇りの日にポイントセンサス法¹⁵⁾により実施した。午前5時から午後12時30分までに、49地点全てで8回ずつ調査を実施し、調査区域間で調査時刻に偏りが生じないように調査順序は無作為とした。1調査地点につき10分間、半径25 m圏内での目視、および声のきかれた鳥類の種名、個体数を1/2,500の地図上に直接記入した。調査結果はGIS化し、全て解析に用いた。

(3) 分析

1) 緑地付近の疏水調査区の設定

今回は緑地と緑道の関係のみをみるのが目的であるので、水辺性の鳥類は対象から外し、陸上の鳥類に絞った。鳥類調査の回数は5回を目安にそれ以上行うことが推奨され¹⁷⁾、また繁殖期の鳥類種の調査は容易であるとされている¹⁸⁾ことから、8回行った本研究のラインセンサスとポイントセンサスの鳥類種データは対象地の種をほぼ全て表していると考えられた。よって調査幅と調査時間をそろえれば両者の種データの比較は可能であると考えられた。そこで、ラインセンサスで10分間に歩いた距離を実際に測り算出した。ラインセンサスでの平均時速は約2.7 kmであり、信号待ちの時間も含まれることから10分間に歩いた距離は約450 mと判断した。そこでGISで、疏水の中心線から片側25 mのバッファを広げ、そのバッファを疏水の端から疏水に沿って50 mごとに区切り、50 m×50 mの四角形ごとに鳥類の種数と個体数、疏水際の樹木の種数と個体数、各四角形内に占める疏水の面積、四角形の重心点から周辺緑地の外周部までの最短距離、および周辺の水辺空間までの最短距離を集計した。次に、対象とした緑地に最も近接した疏水の四角形を1つ求め、それに連続した四角形を片側で4つ、両側で合わせて8つ抽出し、合計9つの連続した四角形450 m分を緑地付近の疏水調査区として設定した。その中に含まれる鳥類の種数と個体数、および疏水際の樹木の種数と個体数を再度集計した。鳥類多様度算出には、Shannon-Weiner指数(H')とSimpsonの多様度指数(D')¹⁹⁾を用いた。

以上のように算出した緑地付近の疏水調査区の鳥類、および樹木のデータと緑地内部、緑地境界部、緑地外部のそれぞれで確認された鳥類のデータを以下の分析に用いた。

2) 環境評価指数

加藤²⁰⁾の提案する出現した鳥類種を用いて算出を行う環境評価指数を参考に、各調査地点の都市化傾向の評価を行った。環境評価指数とは、鳥類の中でも、都市適応種数と都市忌避種数を用いて以下の式で求めることが出来き、この環境評価スコアの数字が大きいくほど、その場所の都市化の傾向が小さいといえる。

$$\text{「環境評価スコア} = \text{都市適応種数} + 2 \times \text{都市忌避種数}」$$

3) TWINSpanによる疏水周辺部の鳥類の分類

疏水周辺で出現傾向が似た鳥類種とその種の選好場所を把握するため、緑地内部と緑地境界部、緑地外部で得た鳥類データを分類型の変数解析手法であるTWINSpanを用いて分析した。なお、確認地点が2地点以下のノビタキ、サメビタキ、キビタキは分析対象外とし、残りの15種の個体数を分析対象のデータに用い、0、5、10を閾値としてpseudospeciesを区分した。⁷⁾その他の設定は分析に使用したPC-ORD ver.6.08のデフォルトのまま使用した。

4) 類似度

緑地境界-緑地付近の疏水部分間と緑地境界-緑地外部間の鳥類の種組成に違いがあるか調べるため、TWINSpanで分類したグループごとに類似度を算出した。使用した類似度指数はJaccard指数を使用した。²¹⁾現在ではこの指数をさらに拡張した個体数に対するJaccard指数やChao指数があるが、個体数を扱った比較はできないため種数データを扱うJaccard指数を使用した。得られた類似度が疏水の環境要因と関係があるか相関係数を求めた。調査地間の類似度指数の算出にはR ver.3.1.2を使用した。

5) ステップワイズ重回帰分析

図-1の緑地付近の疏水と緑地から離れた疏水で、TWINSpanから分類された各グループの鳥類個体数を被説明変数、高さで分類した疏水沿いの樹木本数、樹林地までの距離、水辺までの距離、疏水面積、緑地付近の疏水調査区から四角形の重心までの距離(緑地から離れた疏水のみ)を説明変数としてステップワイズ重回帰分析を行った。分析前に、使用する説明変数間のVIFを算出し、10以下であることを確認した。分析にはR ver.3.1.2を使用した。

3. 結果・考察

(1) 調査地点での鳥類結果

疏水周辺部 49 地点で合計 18 種 6,487 羽が確認された。緑地に近い疏水 21 地点では合計 15 種 2,601 羽、緑地から離れた疏水では 50 m×50 m の四角形 100 個内に合計 15 種 1,749 羽が確認された。調査地点のうち緑地と河川に分けて種数の平均値を比較すると、緑地では内部 7 地点で 11 種、境界部 17 地点で 10 種、外部 17 地点で 6 種、および緑地付近の疏水部分 17 地点で 9 種となり、内部が最も高かった。河川では境界部 4 地点で 9 種、外部 4 地点で 8 種、疏水 4 地点で 9 種となり、境界部と疏水が多かった。

多様度 *H'* の平均値は、緑地では内部で 1.92、境界部で 1.60、外部で 1.19、緑地付近の疏水部分で 1.29 となり、内部が最も高かった。内部ではノビタキやサメビタキなど、他地点では確認できない種が出現し、境界と外部よりも多様度が高い値となった。緑地境界部では内部で確認されない種もいたが個体が特別多く確認された種もあり、内部よりも多様度が低い結果であった。緑地の外部では、種数と個体数ともに低く、多様度が最も低い値であった。河川では境界部で 1.42、外部で 1.15、疏水部分で 1.13 となり、境界部が高い値で多様度 *D* についても同様の傾向があった。

(2) 調査地点間の環境評価指数

既往研究²⁰を参考に今回確認された鳥類を分類したものを表-1 に示した。表-1 をもとに緑地内部、緑地境界、緑地外部、および緑地周辺の疏水部分での鳥類の出現状況から計算した環境評価スコアと、地点間のスコアの *t* 検定の結果を表-2 に示した。*p* 値をみると、内部-境界以外は全て平均値に有意な関係がみられた。すなわち、緑地内部と緑地境界は都市化の傾度が小さく、両者の差は小さいが、外部は境界よりも約 2 倍都市化傾度が大きく、疏水はその中間の大きさであった。疏水には、都市忌避種であるエナガ、ヤマガラ、コゲラ、ウグイスが外部よりも多く訪れたためスコアが高くなったと考えられる。よって疏水は、これらの都市忌避種について外部よりも好まれ、都市の生態系を良好に保つ役割を担っていることが考えられる。

(3) TWINSpan での鳥類の分類

TWINSpan により分類された調査地点と鳥類種の結果を表-3 に示す。分類の結果、第三段階までの分割を採用し鳥類は 5 つ、調査地点は 8 つのグループに分けられた。鳥類のグループ 5 は調査地 E, F, G, H で多く、グループ 4 はそれに加え調査地 B, C にも多い。グループ 3 はさらにそれに加えて調査地 D に多く、グループ 2 はグループ 4 の多い調査地に加えて調査地 A に多く、グループ 1 は全ての調査地で多く確認された。グループ番号が小さくなるにつれ広範囲にわたって生息場所が広がり、疏水周辺では入れ子構造が成り立っていることが読み取れた。

調査地から半径 500 m 圏内に含まれる緑地と開放水域の各調査地グループにおける平均面積を図-2、図-3 に示す。調査地 E~H 周辺は緑地面積が多く、表-3 でも緑地境界と緑地内部で行った調査地点から成り立っていることから、山地のような緑の豊かな

表-1 鳥類の都市適応に関する分類

都市忌避種	トビ、コゲラ、ウグイス、ヤマガラ、エナガ、ハシボソガラス、メジロ、ノビタキ、サメビタキ、キビタキ
都市適応種	キジバト、ヒヨドリ、シジュウカラ、カワラヒワ、ハシボソガラス
都市利用種	ツバメ、スズメ、ムクドリ

加藤・吉田 (2011)²⁰ の分類に基づき作成

表-2 各調査地点間の環境評価指数の *t* 検定結果

	平均	<i>p</i> 値			
		内部	境界	外部	疏水
内部	13.43	-	0.36	0.00**	0.00**
境界	11.86	-	-	0.00**	0.00**
外部	5.33	-	-	-	0.00**
疏水	8.38	-	-	-	-

(**:*p* < 0.01)

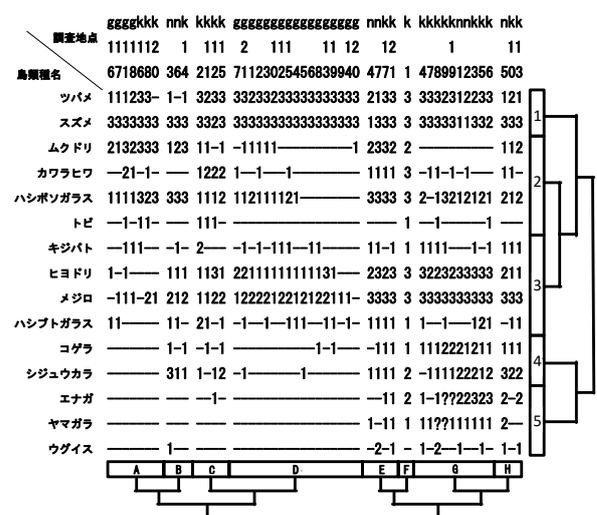
場所であると推測できる。調査地 B は最も緑地面積が多いがその内訳は「残存・植栽樹群を持った公園、墓地等」で、調査地 B, C は人によって整備された緑が豊かな場所であると考えられる。調査地 A と D はどちらも緑地面積が小さく、調査地 A は開放水域面積が最も大きく、市街地内でも河川緑地のような開けた環境であると考えられ、調査地 D は全て緑地外部から成り立っていることから緑地からも水辺からも離れた市街地内と推察される。

よって、調査地 E~H で多く出現するグループ 5 は山地などあまり人の手が入っていない緑地を好む種であり、グループ 4 は山地から市街地内の緑の多い場所に進出している種と推測された。グループ 3 は調査地 E~H が最も多く、次いで B, C, D に多いことから、山地のような緑を好みながらも市街地内に点在する小さな緑地にも生息を拡大している種と考えられる。グループ 2 は 3 に対し、市街地の中でも開放水域のような開けた場所を好む種であり、グループ 1 は緑地面積に関係なくどのような場所でも生息可能な種であることがうかがえる。以上を表-4 にまとめた。

(4) 調査地点間の類似度・鳥類個体数と疏水植生の関係

表-5 に TWINSpan で分類した鳥類ごとの地点間の類似度と疏水環境の相関を示した。表-5 をみると、境界-疏水間ではグループ 4 の鳥類が常緑小高木と、3 が樹木本数、落葉高木、落葉低木が類似度との間で相関係数 0.47, 0.53, 0.49, 0.49 を示し、中程度の正の相関がみられた。このことから緑地付近の疏水部分において、樹木の植栽を増やすと緑地との鳥類の往来が活発になり、類似度が高くなることが考えられる。また、植栽においては種数を増やすよりも本数を増やす方が効果のあることもうかがえた。

表-3 TWINSpan の結果



調査地点名の "g" は緑地外部、"k" は緑地境界、"n" は緑地内部を表す。

表-4 TWINSpan による鳥類の分類

グループ	鳥類種名	特徴
1	ツバメ、スズメ	緑地に関わらずすべての場所での生息
2	ムクドリ、カワラヒワ、ハシボソガラス、トビ	河川緑地のような開けた場所を好む
3	キジバト、ヒヨドリ、メジロ、ハシボソガラス	緑を好み、市街地の小さな緑でも生息
4	コゲラ、シジュウカラ	山地から緑の多い市街地にかけて生息
5	エナガ、ヤマガラ、ウグイス	山地のような緑地を好む

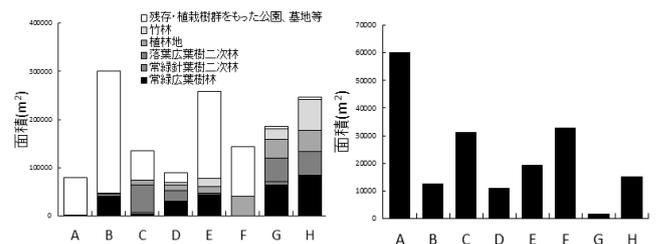


図-2 500m 内の緑地面積

図-3 500m 内の開放水域面積

樹木の内訳については、高木や小高木などが多くあることで緑地から疏水へと市街地を飛び越えやすくなったことがこの結果の理由であると考えられる。

外部と疏水間の相関係数をみると、グループ2の鳥類で樹木種数と0.50の正の相関、樹木の多様度 D , H' で0.55, 0.66の正の相関が確認できた。市街地の緑の多い場所へ出現する種には疏水の多様な植栽が市街地への飛び出しを助けていると示唆された。

(5) 緑地へ距離で分けた疏水環境と鳥類との重回帰分析結果

緑地付近の疏水、および緑地から離れた疏水での各鳥類の個体数を目的変数とし、疏水環境条件を説明変数と置いた時のステップワイズ重回帰分析結果を表6に示した。緑地から離れた疏水部分については50 m ごとの確認された鳥類と疏水沿いの環境状況との結果である。緑地に近い疏水において、グループ4, 5の個体数にはともに落葉高木、常緑高木の本数が有意に高い正の影響を与え、反対に常緑低木、落葉小高木などは負の影響を与えており、周辺の緑地から疏水へと飛来させるには高木層を発達させることが重要と考えられる。反対にグループ3の個体数には常緑高木は負の影響を与え、常緑低木、落葉小高木など低い階層を好む傾向があり、棲み分けが行われていた。緑地に遠い疏水では近い場所と比べ決定係数が明確に低く、疏水際の樹木本数の鳥類出現に対する影響力は少ないことがうかがえる。その中でも影響を与えているものは、グループ2と4に常緑低木～小高木が正の影響を、グループ3と4に緑地に近い疏水までの距離が負の影響を与えていた。緑地に近い疏水部分と遠い部分の50m ごとの平均植栽本数は、近い場所で18.9本、そのうち高木が13.9本、低木が3.0本、遠い場所で19.6本、そのうち高木が14.0本、低木が2.4本で、緑地に近い場所と遠い場所での疏水の植栽密度にあまり違いはみられず、緑が豊かな場所を好む種の市街地への分散は疏水植栽よりも緑地からの距離により影響を受けることが考えられた。

4. まとめと今後の課題

緑地付近の疏水と緑地外部では、都市忌避種の4種の鳥類が外部よりも疏水で多く確認され、環境評価スコアが高くなり、疏水が都市の生物多様性の向上に良い影響を与えていることが示された。その影響には、疏水の植栽が関係しており、樹木の種数を増やすよりも高木と低木の樹木の本数を増やすことで、山地や市街地の緑の多い場所に出現する種の往来が緑地と疏水間で活発になり両者の類似度が高くなる傾向が明らかとなった。緑地から離れた疏水部分では疏水際の樹木の鳥類に対する影響力は小さくなり、緑地までの距離が関わってくるが、常緑低木～小高木が弱く正の影響を与えていた。

都市全体の生物多様性には、グループ4や5の生息地を増やすことが必要と考えられるが、緑地付近の線状緑地沿いに高木と低木の樹木本数を増やし、線上緑地沿いでその緑地間の間隔をできるだけ狭めていくことで、線上緑地の緑地間をつなぐ生態的回廊としての役割が強まり、さらなる都市の生物多様性の向上に繋がることが推察される。

今後の課題としては、緑地外部と疏水との距離や緑地に近い疏水部分の他の緑地までの距離を考慮していないので、それらを考慮した解析が必要といえよう。

引用文献

1) 環境省 (2012) : 生物多様性国家戦略 2012-2020～豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ～: 環境省, 119-120
 2) 新たな「京都市緑の基本計画」の策定について HP : <<http://www.city.kyoto.lg.jp/kensetu/page/0000077122.html>>, 2010年3月24日更新, 2014年3月6日閲覧
 3) 平野敏明・石田博之・関友妙子 (1989) : 冬期における森林面積と鳥類の種数との関係: *Strix*, 8, 173-178
 4) 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構造の関係:

表-5 分類した各グループの類似度と疏水環境の相関

	1	2	3	4	5
	境界外疏水	境界外外部	境界外疏水	境界外外部	境界外疏水
樹木種数	0.14	-0.14	0.17	-0.05	0.35
樹木本数	0.02	0.02	-0.14	0.04	0.53*
D' 疎水植生	-0.18	-0.18	0.54*	0.01	-0.08
H' 疎水植生	-0.19	-0.19	0.42*	-0.01	0.02
常緑高木	0.04	0.04	-0.10	-0.30	0.19
常緑小高木	0.08	0.08	-0.35	-0.12	0.30
常緑小高木～高木	-0.30	-0.30	0.04	0.11	0.08
常緑低木	0.01	0.01	-0.11	-0.16	0.43
常緑低木～高木	-1.00**	-1.00**	0.38	0.03	-0.22
常緑低木～小高木	-0.08	-0.08	-0.18	-0.33	0.16
常緑全体	-0.12	-0.12	0.03	0.09	0.42
落葉高木	0.18	0.18	-0.33	-0.06	0.49*
落葉小高木	0.03	0.03	0.09	0.34	0.16
落葉小高木～高木	-0.03	-0.03	0.31	0.21	-0.04
落葉低木	0.18	0.18	-0.39	-0.26	0.49*
落葉低木～高木	-0.54*	-0.54*	0.08	0.10	0.28
落葉全体	0.18	0.18	-0.32	-0.03	0.53*
樹林地までの距離	0.08	0.08	-0.01	0.48*	0.01
水辺までの距離	-0.15	-0.15	-0.37	-0.51*	0.41*
疏水面積	-0.14	-0.14	0.20	0.21	-0.50*

表-6 緑地との距離別の鳥類個体数と環境との重回帰モデル

	緑地に近い疏水					緑地に遠い疏水				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
定数	153.30 (0.00)	18.94 (0.00)	1.43 (0.00)	2.65 (0.00)	1.77 (0.00)	8.72 (0.00)	1.09 (0.00)	2.56 (0.00)	0.41 (0.00)	0.13 (0.00)
常緑高木			-0.17 (0.72)*	0.07 (1.2)*	0.05 (0.83)*					
常緑小高木	-1.03 (0.23)			0.05 (0.22)	-0.07 (0.32)*					
常緑小高木～高木	-30.32 (0.62)**	2.88 (0.29)	3.06 (0.41)*	0.69 (0.29)	0.80 (0.34)*			1.39 (0.36)**	0.15 (0.15)	
常緑低木	-3.11 (0.77)*			0.53 (0.70)**	-0.16 (0.81)**				0.22 (0.18)	
常緑低木										
常緑低木～高木			-0.19 (0.17)	0.12 (0.40)						
常緑低木～小高木			-0.77 (0.21)	1.01 (1.0)**		2.35 (0.35)**	6.76 (0.49)**	0.34 (0.18)	0.17 (0.33)**	
落葉高木	-0.44 (0.30)		0.15 (0.55)**	0.04 (0.53)*	0.04 (0.62)**					
落葉小高木	-1.47 (0.27)		0.71 (0.70)**	-0.21 (0.78)	-0.22 (0.83)*		-8.75 (0.15)			
落葉小高木～高木	23.20 (0.51)*		-3.65 (0.43)**	0.54 (0.25)						
落葉低木	2.10 (0.49)							-0.26 (0.18)		
落葉低木										
落葉低木～高木				-1.63 (0.57)						
落葉低木～小高木										
樹林地までの距離	0.17 (0.67)**		-0.01 (0.25)	0.01 (0.62)*		0.01 (0.22)*		0.00 (0.23)*		
水辺までの距離	0.03 (0.43)	-0.01 (0.61)**		0.00 (0.61)*				0.00 (0.23)*		
疏水面積	-0.18 (0.73)**			-0.01 (0.98)**	-0.01 (0.72)**			0.00 (0.40)**	0.00 (0.27)*	
緑地に近い疏水までの距離						-0.01 (0.17)		-0.01 (0.41)**	0.00 (0.30)**	
R ² 値	0.70	0.30	0.75	0.50	0.75	0.21	0.23	0.21	0.18	

それぞれの変数の非標準化回帰係数を示す。カッコ内は標準化回帰係数である。選択されなかった説明変数は空欄にした。R²値は自由度調整済み決定係数である。(表4, 5ともに *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)

ランドスケープ研究, 59 (5), 77-80
 5) 村井英紀・樋口広芳 (1988) : 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因: *Strix*, 7, 83-100
 6) 石田健 (1987) : 植生断面図によって評価した森林の空間構造と鳥類の多様性: 東京大学演習林報告, 76, 267-278
 7) 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 (5), 589-592.
 8) 宮本脩詩・福井直 (2014) : 琵琶湖疏水およびその周辺環境条件と鳥類群集との関係: 日本緑化工学会誌, 40 (1), 108-113
 9) 平野敏明・樋口広芳 (1988) : 冬期における川幅と水辺性鳥類の種類, 個体数との関係: *Strix*, 7, 203-212
 10) 小出舞・加藤和弘・渡辺達三 (2004) : 都市部河川緑地における越冬期の鳥類相に及ぼす要因: ランドスケープ研究, 67 (5), 573-576
 11) 福井直・増田昇・安部大就 (1998) : 西神戸と東播磨地区における農地の存在形態と鳥類生息との関係に関する研究: ランドスケープ研究, 61 (5), 545-550
 12) 外間正浩・宮崎ひろ志・客野尚志・森山正和 (2003) : 用途地域が緑被率と与える影響に関する研究—NVIと緑被率の相関性を用いて—: 日本建築学会環境系論文, 569, 49-53
 13) 国土地理院 (2002) : 数値地図2500 (空間データ基礎) 近畿2: 国土地理院, CD-ROM 14 第6回, 第7回自然環境保全基礎調査植生調査情報提供ホームページ: <<http://www.vegetation.jp/>>, 2013年12月30日更新, 2014年1月22日閲覧
 15) Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. and Mastoe, S. H. (2000) : Bird census techniques second edition: Academic Press, 91-112
 16) 川崎深雪 (2011) : 日本の樹木: 山と溪谷社, 4-739
 17) 大山ゆりあ・相澤幸仁・小林達明 (2012) : 群集の入れ子構造に着目した都市緑地の鳥類生息環境の分析: 日本緑化工学会誌, 38 (1), 97-102
 18) 樋口広芳・塚本洋三・花輪伸一・武田宗也 (1982) : 森林面積と鳥の種数との関係: *Strix*, 1, 70-78
 19) 宮下直・野田隆史 (2006) : 群集生態学: 東京大学出版会, 73-80
 20) 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
 21) 土居秀幸・岡村寛 (2011) : 生物群集解析のための類似度とその応用 Rを使った類似度の算出, グラフ化, 検定: 日本生態学会誌, 61, 3-20
 22) 叶内祐哉・阿部直哉・上田秀雄 (2005) : 日本の野鳥: 山と溪谷社, 307-601