

## 大都市圏の河川とその周辺域における越冬期の鳥類に影響する環境要因

Environmental Factors Influencing Wintering Birds in Metropolitan Riparian Area and its Surroundings.

高林 裕\* 福井 亘\* 宮本 脩詩\*

Yutaka TAKABAYASHI Wataru FUKUI Shushi MIYAMOTO

**Abstract:** Biodiversity conservation in urban areas is one of the key task for landscape and urban planning. The concept of ‘compact city’ provides new possibilities for creating open spaces which can be habitats for many species in urban areas. The purpose of this study is to clarify the environmental factors influencing populations of wintering birds in metropolitan riparian area and its surroundings to obtain useful guidelines for enhancing urban biodiversity. We surveyed populations of birds and land covers along the river called Okawa in Osaka prefecture in winter 2016. To find the environmental factors influencing populations of birds, we used the Generalized Liner Mixed Model (GLMM). As a result, *Passer montanus*, *Columba livia*, *Hypsipetes amaurotis*, *Spodiopsar cineraceus*, *Turdus naumanni*, and *Motacilla alba* adapted to the metropolitan riparian area. Through this study, we got two results for urban biodiversity. 1) The presence of high trees, non-pavement open spaces, curved water edge and concrete banks along the river, influenced some bird’s populations with the distance from the nearest other rivers or forests. 2) Though a lot of species avoided buildings or pavement open spaces, some species like *Corvus macrorhynchos*, *Phoenicurus aureus* and *Motacilla alba*, used these areas.

**Keywords:** urban biodiversity, metropolis, riparian area, green network, birds, environmental factors

**キーワード:** 都市の生物多様性, 大都市圏, 河川, 水と緑のネットワーク, 鳥類, 環境要因

### 1. 研究の背景

近年, 都市の生物多様性が重要視されている。これは都市域の拡大による生物の生息域の分断・孤立を防ぎ, 人々が身近な空間で生物と触れ合える利点がある<sup>1)</sup>。人々が生活する都市に生物生息空間を形成する際に, 今後の都市計画と整合性を図った緑地計画の視点が必要だと考えられる。日本の総人口は, 2015年度は1億2,709万人であったが, 2040年に1億1,092万人になり, さらに2065年には8,088万人になると推定されている<sup>2)</sup>。このような人口減少を受けた今後の都市計画として, 都市機能を多極的に集約化し, それらを公共交通でつなぐ多極ネットワーク型のコンパクトシティの形成が, 2050年までの指針とされている<sup>3)</sup>。今後集約化が進むであろう都市において, 生物多様性を確保する緑地計画を推進させるためには, ケーススタディとして人口密度が高く建築物が密集する景観の生物多様性に関する知見の蓄積が必要だと考えられる。前述した特徴を有する大都市圏に目を転じると, 人口密度の高さや建築物の密集, 網の目のような道路網などの諸要素が見られ, 都市インフラについて考慮すべき要素は多い。その要素のひとつである都市の河川について見ると, 都市の河川は緑地や水辺空間などを生態的回廊でつなぐ「水と緑のネットワーク」を形成する際の軸として捉えられており<sup>1)</sup>, 今後の都市の生物多様性を考えるうえで重要な緑地だと考えられた。以上の背景を受けて, 本研究では大都市圏の河川の生物多様性に着目した。

本研究では, 生物多様性の指標として知見の蓄積が多い鳥類を研究対象とした。河川や水辺空間の鳥類に関する既往研究から, 砂礫地<sup>4)</sup>や砂礫地から河畔林までの自然被覆要素, 水際から堤防法面までの勾配<sup>7)</sup>, 陸域と水域の間のコンクリートによる緩衝帯<sup>8)</sup>などが主に水上で生息する水鳥の出現に影響すると報告されている。また川幅<sup>4)</sup>や高茎草地の面積<sup>9)</sup>, 自然植生要素の数<sup>10)</sup>, 建築物や樹木, 芝生の面積<sup>8)</sup>, 造成地の有無や騒音, 交通量の大小<sup>11)</sup>, 周辺河川までの距離, 空間の開放度, 草地の面積<sup>12)</sup>などが水鳥以外の陸域で生息する鳥類の出現にも影響すると報告されてい

る。さらに, 都市の緑地の鳥類に影響する環境要因として, 緑地の面積<sup>13,14)</sup>や植生構造の複雑さ, 下層植生の有無<sup>15-17)</sup>, 緑道の連結<sup>18-20)</sup>, 建築物や舗装地の面積<sup>21,22)</sup>などが報告されている。しかし, 建築物が密集する大都市圏の河川における鳥類に関する研究は, 周辺環境を加味しない, 水際付近の限定された範囲内での研究<sup>8)</sup>のみみられるが, 未だ少ない現状にある。

よって本研究では大都市圏の河川における鳥類の出現傾向と広域的な周辺環境を含む土地被覆との関係性の把握を行ない, 今後集約化が進むであろう都市の生物多様性向上に寄与する緑地計画の基礎的な知見を得ることを研究の目的とした。

### 2. 研究方法

#### (1) 研究対象地

推計人口2,702,033人, 人口密度が1km<sup>2</sup>あたり11,998人の大阪市<sup>23)</sup>を建築物の密集する大都市圏の一例として選定し, 大阪市を流れる大川の沿道空間を研究対象地とした(図-1)。大川は一級河川に指定された淀川の支流のひとつである。北側に淀川, 南東に大阪城公園が位置し, 東と西には住宅地が, 南西には中之島

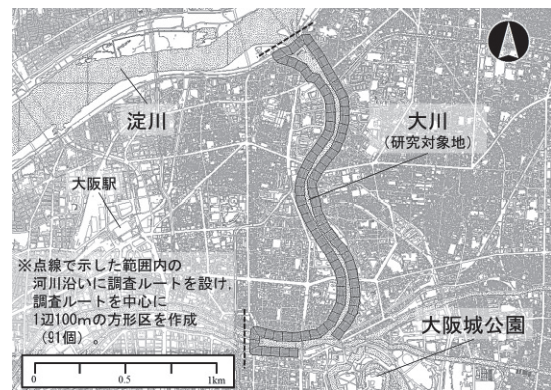


図-1 研究対象地

\*京都府立大学大学院生命環境科学研究科

を中心とした商業地域が広がる。河岸は陸域と水域を分断する矢板護岸であり、抽水植物等の自然植生の群落はほとんどみられない<sup>24)</sup>。しかし、毛馬桜ノ宮公園を始めとした植栽により緑の少ない大阪市において市民の生活環境にうおいを与える緑の保存と整備が図られた空間である<sup>25)</sup>。

## (2) 研究対象空間の設定

鳥類調査の調査ルートと、対象空間を連続して分割する方形区を基盤地図情報 2,500 (国土地理院) をもとに地理情報システム (以下, GIS) を用いて作成した。調査ルートは東岸と西岸を一度の調査で踏査できるように設定し、踏査が困難であった箇所は研究対象空間から除外した。方形区は既往研究<sup>8,18)</sup>を参考に、調査ルートを中心にして1辺100mとして連続的に発生させたところ、合計91個作成された。鳥類調査と植栽調査のデータは全てこの91個の方形区内に入力され、解析の単位として用いた。使用したGISのソフトウェアはArc Map 10.5 (ESRI社)である。

## (3) 鳥類調査

鳥類は越冬期 (12月から3月ごろ)の方が繁殖期 (4月から6月ごろ)よりも出現種数が多く<sup>26,27)</sup>、都市の小規模緑地では繁殖期の鳥相が貧弱になる<sup>28)</sup>。また大都市圏の河川空間において繁殖期の出現鳥類種数が越冬期よりも少ないという報告<sup>8)</sup>もみられた。以上を踏まえて、種数が豊富と考えられる越冬期を研究対象として鳥類調査を行なった。鳥類調査は2016年2月の晴れまたは曇りの日の午前7時から11時の間に、週2回を目安に計8回実施した。調査方法はラインセンサス法<sup>29)</sup>を用い、調査ルート沿いに歩きながら半径50m圏内に出現した鳥類を目視または声で種を判別し、1/1,500の縮尺の地図を印刷した調査用紙に直接記録した。調査時間のずれや調査の偏りを考慮して、1度置きにルートを周回する方向を逆転させた。鳥類調査のデータはGIS上で作成した方形区の中にポイントデータとして全て入力・集計した。

## (4) 植栽調査および環境要因の設定

各既往研究の知見<sup>4,22)</sup>と、水生植物や高茎草本等が確認されなかった研究対象地の特性を踏まえて、鳥類に影響を与えると考えられる環境要因を以下の通り設定した。

### 1) 方形区内の土地被覆

2015年の12月に周辺の土地被覆の予備調査を現地にて実施し、2016年11月から2017年1月の間に、方形区周辺の土地被覆を現地にて踏査した。予備調査で確認された土地被覆と大幅に変化している箇所は確認されなかった。植栽面積のデータを得るために目視で樹木の高さや常緑・落葉の違い等を観測し、1/1,500の縮尺の地図を印刷した調査用紙に植栽場所と概形をそれぞれ直接記録した。本研究で観測・設定した土地被覆を表-1にまとめた。

樹木は観測の際に常緑樹高木 (8m以上)、常緑樹亜高木 (2~8m) 常緑樹低木 (0.5~2m) と落葉樹高木、落葉樹亜高木、落葉樹低木に区分した。また、アスファルトによる舗装が無く、グラウンドとして使用されていない非舗装地を草本が生育できる空間とした。さらに建築物と舗装地 (道路や広場など)、開放水域に加えて、水域と陸域が分断されていないコンクリート等で被覆された空間 (緩衝帯) や、水際の陸地に草本が生育する余地のある空間として緩衝帯の水涯線沿いの半径2m圏内に存在する非舗装地 (水際植生) を設定した。加えて、方形区内の水際線の長さを水際部分の湾曲の指標とした。現地調査で得られたこれらのデータは、GIS上で国土地理院の基盤地図情報 2,500 や衛星画像 (SPOT7号撮影, 2015年12月30日, 分解能約1.5m) を補助的に照合しつつ、方形区内にポリゴンデータとして抽出・作成した。以上得られた全てのポリゴンデータを用いて、91個の方形区内に占める面積割合としてそれぞれ算出し、これらを方形区内の土地被覆とした。

### 2) 方形区周辺の環境条件

表-1 方形区内の土地被覆と方形区周辺の環境条件

方形区内の土地被覆 (%)			方形区周辺の環境条件	
樹木 (X)	高木 (A)	常緑樹高木 (a)	緑被率	100m 圏内 (n1)
		落葉樹高木 (b)	(各スケールの	200m 圏内 (n2)
	亜高木 (B)	常緑樹亜高木 (c)	バッファ内の	300m 圏内 (n3)
		落葉樹亜高木 (d)	NDVI 平均値	400m 圏内 (n4)
	低木 (C)	常緑樹低木 (e)		500m 圏内 (n5)
		落葉樹低木 (f)		
非舗装地 (g)		建築物	100m 圏内 (b1)	
舗装地 (r)		(各スケールの	200m 圏内 (b2)	
建築物 (bu)		バッファ内に	300m 圏内 (b3)	
開放水域 (w)		占める面積割合 (%)	400m 圏内 (b4)	
緩衝帯 (wf)			500m 圏内 (b5)	
水際植生 (wfp)		開放水域	100m 圏内 (w1)	
水際線の長さ (s) ※単位はメートル (m)		(各スケールの	200m 圏内 (w2)	
		バッファ内に	300m 圏内 (w3)	
		占める面積割合 (%)	400m 圏内 (w4)	
			500m 圏内 (w5)	
※高木、亜高木、低木はそれぞれ常緑と落葉を足し合わせたもの。		樹林地までの	直線距離 (o1)	
※高木、亜高木、低木はそれぞれ常緑と落葉を足し合わせたもの。		距離 (m)	大川に沿った距離 (o2)	
※表中の括弧内の表記は表-3における略称。		河川までの	直線距離 (y1)	
		距離 (m)	大川に沿った距離 (y2)	

方形区周辺の環境条件を表-1にまとめた。正規化差植生指数 (以下, NDVI) を衛星画像により算出し、緑被率の指標とした。91個の方形区を中心から、半径100m, 200m, 300m, 400m, 500mのバッファをそれぞれ発生させ、各バッファ内のNDVIの平均値と、建築物、開放水域の面積割合をGIS上でそれぞれ算出した。本研究では調査地周辺の鳥類生息地として、淀川 (周辺の河川) と大阪城公園<sup>30)</sup> (周辺の樹林地) に着目し、方形区の重心からの最短距離と、大川に沿った距離をそれぞれ算出した。

## (5) データ解析

鳥類の種ごとの出現傾向と環境条件との関係を把握するために、本研究では一般化線形混合モデル (Generalized Linear Mixed Model, 以下, GLMM) を用いた。GLMMは応答変数と説明変数との関係を求める際に、観測データにばらつきをもたらす観測不可能な要因をランダム効果としてモデルに組み込むことが可能な統計モデルである<sup>31)</sup>。本研究では、方形区を連続的に発生させたことによって生じるそれぞれの位置関係などの場所差を加味して、91個の方形区に対してランダム効果を適用させた。応答変数には出現頻度が33%以上の種は種ごとの個体数 (8回の調査の合計) を用いてポアソン分布を仮定し、出現頻度が33%未満の種は0, 1の在不在データに変換した後に、二項分布を仮定した。説明変数には表-1に示した方形区内の土地被覆と方形区周辺の環境条件を設定した。なお、各面積割合に対しては逆正弦変換を行ない、各距離とNDVIに対しては対数変換を行なった。

GLMMに投入する説明変数は、100~500m圏内のNDVI・建築物などスケールによる解像度が異なる変数や、相関が高い変数の組み合わせを同時にモデルに組み込むことを避けたうえで、すべての変数について総当たりで解析を行なった。モデル選択の結果、個体数と有意な関係性を示す説明変数を含み、なおかつAIC (Akaike's Information Criterion) の最も小さいモデルをベストモデルとして採用した。GLMMはR version 3.4.1 (2017 The R Foundation for Statistical Computing) を用い、総当たりの変数選択はRのパッケージMuMInのdredge関数を補助的に用いた。また、各変数変換はエクセル統計2012 (株式会社社会情報サービス) をそれぞれ使用した。

## 3. 結果と考察

### (1) 鳥類調査結果の概要

鳥類調査の結果を表-2に示した。確認されたすべての鳥類は9目20科35種6,816羽であった。スズメやドバト、ヒヨドリ、ムクドリ、ツグミ等の都市の小規模緑地や住宅地でも多く出現する種<sup>32,33)</sup>の出現頻度が高く、これらの種は大都市圏の河川を幅広く利用していると推察された。対照的に、マガモやカルガモ、ヒドリガモ、ホシハジロ、キンクロハジロ等の水鳥は、総個体数は

表-2 鳥類調査結果

出現方形区数が10地点以上の種			出現方形区数が10地点未満の種		
種名	総個体数 (羽)	出現方形区数 (個)と割合	種名	総個体数 (羽)	出現方形区数 (個)と割合
マガモ	79	11 (12.09%)	コガモ	3	1 (1.10%)
カルガモ	51	10 (10.99%)	ヒドリガモ	90	7 (7.69%)
ホシハジロ	164	11 (12.09%)	キンクロハジロ	101	4 (4.40%)
キジバト	63	15 (16.48%)	カワアイサ	6	4 (4.40%)
ドバト	961	76 (83.52%)	アオサギ	14	2 (2.20%)
カワウ	130	36 (39.56%)	コサギ	9	1 (1.10%)
オオバン	187	29 (31.87%)	ケリ	3	1 (1.10%)
ユリカモメ	418	27 (29.67%)	シロチドリ	2	1 (1.10%)
モズ	46	18 (19.78%)	カモメ	24	4 (4.40%)
ハシボソガラス	164	42 (46.15%)	カワセミ	3	1 (1.10%)
ハシブトガラス	335	44 (48.35%)	コゲラ	15	4 (4.40%)
シジュウカラ	126	25 (27.47%)	ウグイス	18	2 (2.20%)
ヒヨドリ	759	75 (82.42%)	イソヒヨドリ	3	2 (2.20%)
メジロ	84	30 (32.97%)	セグロセキレイ	23	2 (2.20%)
ムクドリ	442	66 (72.53%)	カワラヒワ	5	3 (3.30%)
シロハラ	72	24 (26.37%)			
ツグミ	416	54 (59.34%)			
ジョウビタキ	43	11 (12.09%)			
スズメ	1,628	88 (96.70%)			
ハクセキレイ	329	54 (59.34%)			

※表中の割合は、全方形区数(91個)に占める各種の出現した方形区数の割合。

多く出現頻度は低い傾向を示し、特定の空間への選好性がうかがえた。また、カワセミやコゲラ、イソヒヨドリなどの種も少数ながら確認された。GLMM のモデル選択の結果、個体数と有意な関係性を示す説明変数を含むベストモデルが得られた種とその推定結果を表-3に示した。鳥類の種ごとに得られた結果は異なり、以下に各環境要因に着目して結果を取り上げた。

(2) 緑地と鳥類の個体数との関係

植生構造が鳥類の出現種数に影響を与えるという報告<sup>15-17</sup>がみられるが、本研究では樹木の高さや常緑・落葉の違いが特に出現頻度が高い種の個体数や出現の有無と有意な関係性を示した。具体的には、スズメ(常緑樹低木:正, 常緑樹高木・落葉樹低木:負)とドバト(常緑樹高木:正, 常緑樹高木・落葉樹高木:正), ムクドリ(樹木:正), ハシブトガラス(常緑樹高木:正), ハシボソガラス(常緑樹高木・常緑樹高木:正, 落葉樹低木:負), カワウ(常緑樹高木:負), メジロ(落葉樹高木:正), シジュウカラ(高木:正), シロハラ(樹木:正)などの種である。メジロは本研究では落葉樹高木に加えて100m圏内の開放水域の面積割合とも有意な正の関係性を示した。メジロは都市の緑地では常緑広葉樹林を嗜好すると報告されているが<sup>15</sup>, 大都市圏の河川では周辺の視認性が高い空間を嗜好することが示唆された。また、草本の生育環境である非舗装地の面積割合がツグミやハクセキレイ, カルガモなど地上付近で採食する種<sup>34</sup>の個体数と有意な正の関係性を示した。

方形区内の植栽に加えて、開放水域の面積割合がドバト(100m圏内:正)やスズメ(100m圏内:負), ヒヨドリ(400m圏内:負)の個体数と有意な関係性を示し、周辺の緑被率がハシブトガ

ラス(400m圏内:正)やハシボソガラス(100m圏内:正)の個体数と有意な関係性を示した。スズメやヒヨドリは開放的な空間を避け、ドバトは開放的な空間を嗜好する傾向にあること、ハシブトガラスとハシボソガラスは方形区内の植栽と併せて広範囲の緑被率が高い空間を嗜好すると推察された。加えて、開放的な空間の地上で採餌する<sup>34</sup>ムクドリとハシボソガラス, ツグミが周辺の河川(淀川)に近い空間を嗜好した。また、樹上で昆虫を捕食する<sup>34</sup>シジュウカラが周辺の樹林地(大阪城公園)に近い空間を嗜好する結果が得られた。以上のことから、大都市圏の河川における鳥類出現は、河川沿いの植栽に加えて広域的な緑被率や周辺の緑地(河川や樹林地)との近接性が影響すると考えられた。

(3) 水際や水域と鳥類の個体数との関係

都市の河川における既往研究<sup>4,8,9</sup>と同様に、方形区内の開放水域や緩衝帯、水際植生の面積割合、水際線の長さといった水域付近の土地被覆は主に水上や水辺で生息する鳥類の個体数や出現の有無と有意な正の関係性を示した。具体的にはハクセキレイ(開放水域:正)やカワウ(水際線の長さ:正), オオバン(水際線の長さ・水際植生:出現), ユリカモメ(開放水域・水際植生:出現), マガモ(水際線の長さ・緩衝帯:出現), ホシハジロ(開放水域:出現), カルガモ(水際線の長さ:出現)等の種である。

一方、方形区周辺の緑被率がユリカモメやカルガモ(100m圏内), マガモ(500m圏内)の出現と有意な負の関係性を示し、方形区周辺の開放水域の面積割合がカワウ(300m圏内)の個体数やオオバン(200m圏内)の出現と有意な負の関係性を示した。大都市圏の河川ではこれらの種は開放的な空間を避けて水際周辺の空間に出現することが示唆された。また、水際線の長さは陸域に生息するスズメやハシブトガラス, ハシボソガラスの個体数とも有意な正の関係性を示した。オオバンとマガモ, ホシハジロが河川(淀川)に近い空間を、ハクセキレイとカルガモが樹林地(大阪城公園)に近い空間を嗜好した。以上のことから、大都市圏の河川では周辺の緑地に近い空間における水際付近の湾曲や緩衝帯の整備が鳥類の種多様性を確保する上で重要だと考えられた。

(4) 人工物と鳥類の個体数との関係

都市における既往研究<sup>8,11</sup>と同様に多くの種は建築物や舗装地などの人工物と負の関係性を示した。方形区内の舗装地の面積割合はシロハラの個体数と有意な負の関係性を示し、方形区内の建築物の面積割合はカルガモの出現と有意な負の関係性を示した。また、方形区周辺の建築物の面積割合はドバトやムクドリ, ハクセキレイ(100m圏内), ハシボソガラス(200m圏内), ヒヨドリ(300m圏内)の個体数と、オオバン(100m圏内)やメジロ(200m圏内), マガモ(400m圏内)の出現と有意な負の関係性を示した。

表-3 GLMM 結果

種名	出現頻度 (%)	最小推定値					切片	AIC	
スズメ	9670	-0.03(±0.02) a	+0.07(±0.02) e	-0.04(±0.02) f	+0.22(±0.12) s	-0.03(±0.02) w1	2.43(±0.75)	335.50	
ドバト	8352	0.06(±0.02) a	-0.07(±0.03) c	-0.04(±0.02) bul	+0.03(±0.02) w1		1.30(±0.74)	312.70	
ヒヨドリ	8242	0.05(±0.02) a	+0.04(±0.03) c	+0.03(±0.02) d	-0.15(±0.04) bu3	-0.10(±0.04) w4	7.01(±1.25)	269.6	
ムクドリ	7253	0.07(±0.02) X	-0.26(±0.12) s	-0.06(±0.02) bul	+1.03(±0.19) ol		-5.90(±1.86)	213.4	
ツグミ	5934	0.08(±0.02) g	-0.62(±0.27) y2				2.67(±2.18)	238.30	
ハクセキレイ	5934	0.06(±0.02) g	+0.06(±0.02) r	+0.05(±0.02) w	-0.05(±0.03) bul	-0.38(±0.23) ol	-1.18(±2.63)	228.10	
ハシブトガラス	4835	0.06(±0.04) a	-0.08(±0.04) f	+0.07(±0.03) r	+0.74(±0.42) s	+0.22(±0.09) m4	+0.22(±0.07) bu5	-23.35(±6.00)	215.60
ハシボソガラス	4615	0.10(±0.03) a	+0.09(±0.04) c	+0.06(±0.04) e	-0.06(±0.03) f	+0.50(±0.24) s	+0.14(±0.06) nl	-15.49(±5.51)	167.30
カワウ	3956	-0.19(±0.06) c	+1.02(±0.56) s	-0.14(±0.06) w3			-1.60(±2.87)	159.50	
メジロ	3297	0.13(±0.05) b	-0.09(±0.06) bu2	+0.09(±0.05) w1			-2.53(±2.08)	104.50	
オオバン	3187	0.97(±0.64) s	+2.22(±35.24) wfp	-0.11(±0.05) bul	-0.47(±0.22) w2	+1.54(±0.76) ol	-1.90(±6.60)	85.70	
ユリカモメ	2967	0.07(±0.03) w	+1.88(±20.47) wfp	-0.17(±0.09) nl			5.64(±4.30)	100.70	
シジュウカラ	2747	0.10(±0.05) A	+0.11(±0.05) r	+0.88(±0.56) y1			-12.04(±5.17)	94.26	
シロハラ	2637	0.12(±0.06) X	-0.08(±0.04) r				-2.06(±1.62)	94.07	
ジョウビタキ	1209	0.01(±0.04) bu	+0.26(±0.18) wf	-0.18(±0.13) nl	-0.09(±0.10) w3		8.50(±6.96)	72.67	
マガモ	1209	0.02(±0.05) r	+2.88(±1.15) s	+0.29(±0.19) wf	+0.22(±0.14) m5	-0.289(±0.18) bu4	-1.34(±0.69) y2	-9.80(±13.90)	61.23
ホシハジロ	1209	0.19(±0.05) w	-1.99(±0.69) y2				6.55(±4.55)	43.63	
カルガモ	1209	0.28(±0.10) g	-0.17(±0.10) bu	+2.30(±1.58) s	-0.53(±0.25) nl	+7.02(±2.90) y2	-49.11(±23.09)	40.50	

※説明変数凡例は表-1に準拠する。

※各項目の数字は標準誤差、解群に使用した方形区数が91個。/※スズメとドバト, ヒヨドリ, ムクドリ, ツグミ, ハクセキレイ, ハシブトガラス, ハシボソガラス, カワウは8回の調査の合計個体数を用いてポアソン分布を仮定した。メジロとオオバン, ユリカモメ, シロハラ, シジュウカラ, ジョウビタキ, マガモ, ホシハジロ, カルガモは, 0, 1の不在データに変換した後, 二項分布を仮定した。

※周辺の樹林地と河川までの距離は互いに強い負の相関を示したため, 河川までの距離や樹林地までの距離から正の影響を受けた種は, それぞれ樹林地に近い空間や河川に近い空間を嗜好する種と解釈した。

一方で、方形区内の舗装地の面積割合はハクセキレイやハシブトガラス、シジュウカラの個体数やマガモの出現と有意な正の関係性を示した。また、方形区内の建築物の面積割合はジョウビタキの出現と有意な正の関係性を示し、500m 圏内の建築物の面積割合はハシブトガラスの個体数と有意な正の関係性を示した。ハクセキレイは水辺で採食し<sup>5)</sup>、非舗装地や開放水域とも正の関係性を示したことから、開放的な水辺への選好性が見受けられた。ハシブトガラスは特に冬期に市街地への選好性が高まり<sup>35)</sup>、生ゴミの多い繁華街などに多く出現する報告<sup>36)</sup>がみられた。また実際に集積されたゴミに群がる様子が調査中に確認され、ハシブトガラスは建築物が密集する大都市圏を利用している可能性が示唆された。シジュウカラは交通量の多い道路を避ける報告<sup>37,38)</sup>や、越冬期に河川や都市への選好性が高まる報告<sup>39)</sup>がみられた。今回設定した調査地の方形区内は車が侵入できない遊歩道が大半であり、特に大阪城公園付近の舗装地は広場のよう開けた空間が多かった。そのため、大阪城公園との近接性と併せて舗装地がシジュウカラの出現と関係する変数として選ばれたと考えられた。水面採食性のマガモは人や車などの人為攪乱を避けて休息する傾向にある報告<sup>40)</sup>がみられた。水際線の長さや緩衝帯、淀川への近接性もマガモの出現と正の関係性を示し、また淀川に近い空間の水際付近は人が入れない護岸の空間が多かった。これらのことから、水際から陸域方向への延長線上にある舗装地は、マガモが休息する空間として利用されている可能性が示唆された。ジョウビタキは八ヶ岳周辺で定着・繁殖している個体がペンションなどの建築物に営巣する報告<sup>41)</sup>がみられた。本研究では100m 圏内の緑率や300m 圏内の開放水域の面積割合もジョウビタキの出現と負の関係性を示しており、ジョウビタキは大都市圏の河川沿いの空間において人工物を忌避しない傾向にあることが推察された。

#### 4. 結論

大都市圏の河川における越冬期の鳥類に影響する環境要因を明らかにすることで、今後集約化が進むであろう都市の生物多様性向上に寄与する緑地計画の基礎的な知見を得た。

スズメやドバト、ヒヨドリ、ムクドリ、ツグミ、ハクセキレイなどの種は、越冬期における大都市圏の河川を生息地として広く利用していた。河川沿いの土地被覆や周辺の環境条件は各種の鳥類の個体数に影響を示し、周辺緑地との近接性を加味した河川整備の重要性が示唆された。周辺河川に近い空間に非舗装地を、樹林地に近い空間に高木を中心とした植栽を計画することで、ツグミやシジュウカラの個体数が増加し、周辺河川や樹林地に近い空間の水際部分に緩衝帯や湾曲を設けることで、オオバンやマガモ、カルガモなどの水鳥の個体数が増加することが見込まれた。多くの種が人工物を避ける傾向がみられた一方で、ハクセキレイやハシブトガラス、ジョウビタキなど人工物の利用が示唆される種も存在した。今後集約化が見込まれる都市の動態と鳥類の生息域の変化に関して、更なる知見の蓄積が今後も必要だと考えられる。

本研究の結果から、周辺の緑地と大都市圏をつなぐ河川周辺域は、都市の生物多様性を担保し得る空間だと考えられた。しかし、今回は大都市圏の河川でのみ鳥類調査を実施したため、大都市圏の中で河川緑地が生物生息空間として担う相対的な役割はわからなかった。今後は大都市圏の河川のみならず周辺の緑地でも鳥類調査と鳥類の出現に影響する要因の把握を実施することが課題として考えられる。

謝辞：本研究は、株式会社パスコと京都府立大学との共同研究(CM20171023)、「森林地域等における三次元空間情報解析技術に関する高度化研究」の成果の一部です。関係各位に感謝申し上げます。

#### 補注及び引用文献

- 1) 環境省 (2012) : 生物多様性国家戦略 2012-2020 : 環境省, 252pp
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所 (2017) : 日本の将来推計人口 (平成 29 年推計) : 国立社会保障・人口問題研究所, 58pp
- 3) 国土交通省 (2015) 国土形成計画 (全国計画) : 国土交通省, 173pp
- 4) 平野敏明・樋口広芳 (1988) : 冬季における川幅と水辺性鳥類の種数, 個体数との関係 : *Strix*7, 203-212
- 5) 平野敏明 (1997) : 河川改修が冬季における水辺性鳥類におよぼす影響 : *Strix*15, 39-44
- 6) Mason, C.F., Hofmann, T.A. and Macdonald, S.M. (2006) : The winter bird community of river corridors in eastern England in relation to habitat variables : *Ornis Fennica*83, 73-85
- 7) 鈴木弘之 (2009) : 河川における人為影響を含む景観要素が鳥類群集におよぼす影響の解析—鳥類群集を指標として河川環境を保全するため— : *景観生態学* 13(1・2), 55-69
- 8) 高林裕・福井亘・宮本脩詩・瀬古祥子 (2016) : 大阪市中の島における水際空間と鳥類との関係 : *日本緑化工学会誌* 42(1), 68-73
- 9) 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影響を及ぼす要因 : *ランドスケープ研究* 67(5), 573-576
- 10) 鈴木弘之 (2006) : 河川中流域における景観要素としての土地被覆の定性的簡易分類と地形測量値に基づく夏季鳥類群集構成に影響をおよぼす要因の解析 : *景観生態学* 10(2), 89-99
- 11) Menon, M., Devi, M. P. and Nandagopalan, V. (2015) : Species Diversity and Functional Assemblages of Bird Fauna Along the Riverine Habitats of Tiruchirappalli : India. *Environmental Management of River Basin Ecosystems Part of the series Springer Earth System Sciences*, 729-748
- 12) Suri, J., Anderson, P.M., Dominique, C. D., Hellard, E. and Cumming G. S. (2016) : More than just a corridor: A suburban river catchment enhances bird functional diversity : *Landscape and Urban Planning*157, 331-342
- 13) 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
- 14) 一ノ瀬友博・加藤和弘 (2003) : 都市域の小規模樹林地と都市公園における越冬期の鳥類の分布に影響する要因 : *ランドスケープ研究* 66(5), 631-634
- 15) 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 : *ランドスケープ研究* 59(5), 77-80
- 16) 岡崎樹里・秋山幸也・加藤和弘 (2006) : 都市緑地における樹林地の構造と鳥類の利用について : *ランドスケープ研究* 69(5), 519-522
- 17) 葉山嘉一 (1994) : 都市緑地における鳥類の生息特性に関する研究 : *造園雑誌* 57(5), 229-234
- 18) 宮本脩詩・福井亘 (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
- 19) 宮本脩詩・福井亘 (2016) : 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 : *ランドスケープ研究* 79(5), 703-706
- 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(5), 589-592
- 21) 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会報* 8(3), 53-62
- 22) 黒沢令子 (1999) : 東京における鳥類相と環境要因としての舗装率 : *Strix*13, 155-164
- 23) 大阪市都市計画局企画振興部 (2017) : 大阪市の概要, 大阪市ホームページ <<http://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000402930.html>>, 2017.6.13 更新, 2017.9.9 参照
- 24) 大阪府 (2015) : 淀川水系西大阪ブロック河川整備計画 : 大阪府ホームページ <[http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/4127/00011399/seibikeikaku\(nishiosaka\).pdf](http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/4127/00011399/seibikeikaku(nishiosaka).pdf)>, 2015.4.13 更新, 2018.2.10 参照
- 25) 大阪市建設局公園緑化部調整課 (2013) : 新・大阪市緑の基本計画 : 大阪市, 84pp
- 26) 加藤和弘・神山高義 (2014) : パッチ状樹林地の境界を越えて移動する鳥類の種組成とパッチ外周の土地被覆との関係 : *ランドスケープ研究* 77(5), 613-618
- 27) 鶴川健也・加藤和弘 (2006) : 都市域の中・大規模樹林地における鳥類の種多様性と立地環境との関係 : *ランドスケープ研究* 69(5), 533-536
- 28) 一ノ瀬友博 (2006) : 大阪市中心部の街路樹と越冬期の鳥類の出現状況の関係 : *ランドスケープ研究* 69(5), 537-540
- 29) Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., and Mastoe S. H. (2000) : Bird census techniques second edition : Academic Press, 91-112
- 30) 楠瀬雄三・福井亘・村上健太郎 (2012) : 越冬期における大阪城公園の鳥類相と樹林タイプとの関係 : *名古屋産業大学論集*(20), 1-13
- 31) 久保拓弥 (2012) : データ解析のための統計モデリング入門 : 岩波書店, 143-167
- 32) 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
- 33) 加藤和弘・若山睦月 (2017) : 千葉市西部の住宅地における鳥類相を規定する要因 : *ランドスケープ研究* 80(5), 723-726
- 34) 叶内拓哉・安部直哉・上田秀雄 (2014) : 新版 日本の野鳥 : 山と溪谷社, 671pp
- 35) 藤田紀之・服部俊宏・東淳樹・尾上舞・矢澤澤人・瀬川典久 (2015) : ハシブトガラスの行動圏特性の把握と個体数調整対策のための計画圏域の検討 : *農村計画学会誌* 34(2), 160-166
- 36) 黒沢令子・成木雅恵・川内博・鈴木君子 (2000) : 東京におけるハシブトガラスと生ゴミの関係 : *Strix*18, 71-78
- 37) 橋本啓史・夏原由博 (2002) : ロジスティック回帰をもちいた都市におけるシジュウカラの生息環境適合度モデル : *ランドスケープ研究* 65(5), 539-542
- 38) Fernandez-Juricic, E. (2000) : Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape : *Conservation Biology*14, 513-521
- 39) 百瀬浩・伊勢紀・橋本啓史・森本幸裕・藤原直夫 (2004) : 都市環境の広域的評価の指標種としてのシジュウカラ生息分布予測モデル : *ランドスケープ研究* 67(5), 491-494
- 40) 鈴木弘之 (2009) : 河川における冬季の水鳥分布に影響を及ぼす自然要素と人為攪乱 : *日本鳥学会誌* 59(2), 174-180
- 41) 林正敏・山路公紀 (2014) : 八ヶ岳周辺におけるジョウビタキの繁殖と定着化 : *日本鳥学会誌* 63(2), 311-316