

大阪市都心部の河川緑地及び小規模な都市公園  
における鳥類出現に影響する要因

2021 年

高 林 裕



博士学位論文

京都府立大学大学院 生命環境科学研究科 環境科学専攻

大阪市都心部の河川緑地及び小規模な都市公園における  
鳥類出現に影響する要因  
Factors affecting the bird appearance in riparian planting and small city  
parks of central Osaka City

2021

高林 裕  
TAKABAYASHI Yutaka



## 目次

学位論文要旨	1
第1章 研究の目的及び方法	5
1-1. 研究の背景並びに位置付け	5
1-1-1. 都市の生物多様性	5
1-1-2. 国内における都市の生物多様性を保全するための動き	6
1-1-3. 国土形成の指針からみた都心部における緑化と生物多様性	8
1-1-4. 都市に順応する生物	10
1-1-5. 都市における鳥類に関する既往研究とその成果	11
(1) パッチにおける鳥類に関する既往研究	11
(2) コリドーにおける鳥類に関する既往研究	15
(3) マトリクスにおける鳥類に関する既往研究	16
1-1-6. 本研究の位置付け	17
1-2. 研究の目的及び論文構成	20
1-2-1. 研究の目的	20
1-2-2. 論文構成	20
1-3. 研究方法	22
1-3-1. 研究対象空間	22
1-3-2. 鳥類調査	23
1-3-3. 分析方法	24
(1) 多様度指数	24
(2) TWINSpan 及び正準判別分析	25
(3) 重回帰分析	26
(4) 一般化線形混合モデル	27
(5) 階層ベイズモデルとマルコフ連鎖モンテカルロ法によるパラメータ推定	28
(6) 正規化植生指数 (NDVI)	30
(7) カーネル密度推定	30
第2章 大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因	31
2-1. 大阪市中之島における水際空間の土地被覆と鳥類出現との関係	31
2-1-1. 本節の目的	31
2-1-2. 研究方法	31
(1) 研究対象地	31
(2) 調査ルート及び土地被覆の把握	34
(3) 調査ルートに沿った方形区の作成	36

(4) 鳥類調査	36
(5) 分析方法	36
2-1-3. 結果	38
(1) 方形区内の土地被覆	38
(2) 鳥類調査	39
(3) 水際空間における鳥類の種数及び $H'$ , $D$ に影響する土地被覆	40
(4) 水際空間における鳥類の種組成に影響する要因	41
2-1-4. 考察	47
2-2. 大阪市大川における越冬期の鳥類出現に影響する要因	51
2-2-1. 本節の目的	51
2-2-2. 研究方法	51
(1) 研究対象地	51
(2) 研究対象空間の設定	54
(3) 方形区内の土地被覆の把握	54
(4) 方形区周辺の環境条件の設定	56
(5) 鳥類調査	56
(6) 分析方法	56
2-2-3. 結果	59
(1) 方形区内の土地被覆及び周辺の環境条件	59
(2) 鳥類調査	61
(3) GLMM のモデル選択	63
2-2-4. 考察	69
2-3. 第 2 章のまとめ	72

第 3 章 大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因	75
3-1. 小規模な都市公園における都市型鳥類の分布の傾向	75
3-1-1. 本節の目的	75
3-1-2. 研究方法	75
(1) 研究対象地	75
(2) 鳥類調査	78
(3) 分析方法	78
3-1-3. 結果	80
(1) 鳥類調査	80
(2) カーネル密度推定	82
3-1-4. 考察	93
3-2. マトリクスにおける緑被率が小規模な都市公園に出現する鳥類に与える影響	97
3-2-1. 本節の目的	97
3-2-2. 研究方法	97

(1) 研究対象地	97
(2) 鳥類調査	98
(3) マトリクス内の緑被率の算出	98
(4) 分析方法	99
3-2-3. 結果	102
(1) 鳥類調査	102
(2) 各バッファ内の緑被率と土地被覆の傾向	104
(3) 階層ベイズモデル	107
3-2-4. 考察	109
3-3. 第3章のまとめ	111
第4章：総合考察	115
引用参考文献	119
図表リスト	129
発表論文一覧	133
謝辞	135





## 学術論文要旨

### 題目：大阪市都心部の河川緑地及び小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因

本研究では、大阪市都心部の河川緑地及び小規模な都市公園を対象とし、鳥類調査と GIS によって収集した土地被覆等のデータを用いた多変量解析により、鳥類出現に影響する要因を把握した。

#### 第 1 章：研究の目的及び方法

都市の生物多様性は国際的に重要視されているが、都心部といった経済や交通の要所であり高度に都市化された場での生物多様性に関する知見は不十分な現状である。都市の生物生息の空間確保には、水と緑をつなぐエコロジカル・ネットワークの形成が緑化指針とされるが、その構成要素である河川緑地と小規模な都市公園における鳥類相や鳥類の出現に関わる要因分析は、現在の都心部においては十分に実施されていない。そこで本研究は、都心部におけるこれらの緑化空間における鳥類出現に影響する要因を明らかにすることを目的とした。大阪市都心部を対象に、GIS を用いて土地被覆等を詳細にデータ化し、鳥類調査の結果と合わせて多変量解析による分析を実施した。得られた知見と周囲に位置する他の形態の緑化空間における鳥類に関する既往研究との鳥類相を比較することで、エコロジカル・ネットワーク形成の構成要素としてのこれらの緑化空間が鳥類生息空間の分断を防いでいるのかについて総合的に考察した。

#### 第 2 章：大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因

本章では、鳥類調査や現地調査、衛星画像の利用によって収集したデータを用いた多変量解析によって、大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に関わる要因を分析した。

第 1 節では、河川沿いの圍繞景観を「水際空間」と定義して、水際空間における鳥類出現と土地被覆との関係性を把握した。大阪市都心部に位置する中之島において越冬期と繁殖期に鳥類調査を実施した。その結果、越冬期では餌付

けの影響でユリカモメが卓越して多く出現し、越冬期と繁殖期ともに都市利用種や都市適応種であるスズメやヒヨドリ、ムクドリ、カワウ、ハシブトガラスといった種が優占した。また、越冬期では、水際のコンクリートで被覆された空間がカルガモやヒドリガモ等のカモ種に利用されていた。繁殖期では、スズメの個体数が全体の7割以上を占め、越冬期よりも全体的に個体数と種数が少ない結果が得られた。鳥類出現に影響する要因の把握のために、重回帰分析及びTWINSpanと正準判別分析を実施した。その結果、繁殖期の方が鳥類出現と水際空間における土地被覆との間に有意な関係性が確認され、越冬期では土地被覆以外の要因が鳥類出現に関わっている可能性が示された。

第2節では、河川緑地における越冬期の鳥類出現について、広域的なスケールにおける土地被覆や周辺に位置するパッチとの距離といった要因も含めて分析した。大川を対象として越冬期に鳥類調査を実施し、GLMMのモデル選択によって種ごとの出現に関わる要因について分析した。その結果、越冬期の河川緑地では、水際空間における土地被覆のみならず広域的なスケールの土地被覆や周辺に位置するパッチとの近接性が各種の出現に関わっていることが明らかになった。

### 第3章：大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因

本章では、鳥類調査や衛星画像の利用によって得られたデータを用いた統計解析によって、大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に関わる要因を分析した。

第1節では、大阪市都心部の都市公園において特に都市の環境に順応していると考えられる都市型鳥類の分布の範囲や集中・ばらつきの度合い等の特徴を把握した。2ha以下の都市公園130箇所において鳥類調査を実施した。その結果、大阪市都心部の都市公園では越冬期と繁殖期ともにドバトとスズメ、ハシブトガラス、ヒヨドリ、ムクドリが優占した。これらの5種を対象としてカーネル密度推定による分析を実施した。その結果、中心部ではいずれの種もカーネル密度の推定値は低い値を示した。また、これらの種がそれぞれ集中的に分布している都市公園がいくつか存在すること、種によってあるいは時期によってこれらの都市型鳥類の分布の傾向に違いがみられることが明らかになった。

大規模な緑地の近傍であったとしてもカーネル密度は高い推定値が得られていない空間も存在したことから、これらの都市型鳥類が集中して分布するには局所的な要因が関わっている可能性が示された。

第2節では、どのような種が都市公園のマトリクスにおける緑被率から影響を受けているのかを明らかにした。130箇所都市公園の中から、開設面積が比較的近い大きさの公園29箇所において越冬期と繁殖期に鳥類調査を実施し、階層ベイズモデルとMCMCのパラメータ推定による分析を実施した。その結果、マトリクスの緑被から影響を受けていると考えられたのは、越冬期におけるヒヨドリとシロハラのみであった。これらの種は果実食性で植物の種子散布にも関わる種であることが共通した特徴であり、それ以外の種はマトリクスの緑被以外の要因が出現に影響していることが考えられた。

#### 第4章：総合考察

本章では、エコロジカル・ネットワーク形成の構成要素としての河川緑地及び小規模な都市公園が都心部の鳥類生息空間の分断を防いでいるのかについて総合的に考察し、都心部の生物多様性に関わる研究における今後の課題を提示した。

大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園はスズメやドバト、ヒヨドリ、ハシブトガラス、ムクドリといった都市型鳥類が優占し、一部の樹林性鳥類が次いで多く出現した。カワラヒワやセッカ、オオヨシキリ等の草原性鳥類は、淀川付近に位置する一部の都市公園において少数出現し、河川緑地ではほとんど出現しなかった。河川緑地は親水空間として整備されているため、草原性鳥類が生息できるだけの草本類が生育できない空間であることが考えられた。ただし、カルガモやヒドリガモ等のカモ類やハクセキレイ等の種が水際のコンクリートによって被覆された空間を休息や採餌のために利用していることも確認されたことから、現状の工法で整備された護岸でも特定の種によっては利用されていることが明らかになった。昆虫や小動物等を捕食するモズは小規模な都市公園ではほとんど確認されず、河川緑地においても少数しか観測されなかった。都心部の小規模な緑化空間では、モズのような肉食の種が安定して生息できるほど、下位の生物相である昆虫類や小型の哺乳類等は存在していないこと

が推察された。また、近年都市に生息分布を拡大しているとの報告があるイソヒヨドリは大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園では少数ながら出現した。

大阪市都心部の鳥類相は比較的貧弱ではあるが、大規模なパッチとしての大阪城公園や淀川を中心として、河川緑地と小規模な都市公園は都市型鳥類や一部の樹林性鳥類に対してエコロジカル・ネットワークとしての機能を有している一方で、草原性鳥類や昆虫食・肉食性鳥類についてはその限りではないことが示された。さらに、一部の都市型鳥類が集中して分布する要因の把握や、種子散布する種による都市郊外も含めた在来植生への影響把握等の課題が示され、本研究により不足している都心部の生物多様性の現状の一端を示すことができたといえよう。

## 第 1 章 研究の目的及び方法

### 1-1. 研究の背景並びに位置付け

本節では、研究の背景や先行研究を示し、本研究の意義を明確にして研究の位置付けを行なった。

#### 1-1-1. 都市の生物多様性

生物の生息環境の悪化や生態系の破壊に対する懸念が深刻化する中で、1992年に国連環境開発会議（United Nations conference on Environment and Development）がブラジルのリオデジャネイロにおいて開催された。その会議では、生物資源の持続可能な利用を行なうための国際的な枠組みとして生物多様性条約が示され、日本は同年6月13日にこれに署名し、1993年に条約は発効された<sup>1)</sup>。生物多様性条約の締結の目的は、「生物多様性の保全」と「生物多様性の構成要素の持続的な利用」、「遺伝資源の利用から生ずる利益の公正で衡平な配分」の3点である。これは、開発途上国における経済面や技術面の問題に対する資金援助の仕組みも含まれている<sup>1,2)</sup>。

生物多様性は、「生態系の多様性」と「種の多様性」、「遺伝子の多様性」の異なる階層の多様性を全て包括する概念<sup>1-3)</sup>である。これらの保全のための具体的な戦略の策定は、締約国会議で議論が繰り返されている。中でも重要な国際的な戦略は、2010年に名古屋で開催された生物多様性条約第10回締約国会議（以下、COP10）で示された、愛知目標（Aichi Biodiversity Targets）である。これは生物多様性の損失を防ぐために示された20の個別目標からなる国際的な目標である。愛知目標では、生物多様性の社会的な主流化や生物多様性に対する圧力の減少等、2020年までに達成させる具体的な目標が定められている<sup>4)</sup>。日本では、愛知目標を達成するための指針として、2012年に「生物多様性国家戦略2012-2020」が策定された。

生物多様性国家戦略2012-2020の第3部「生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する行動計画」の中で、具体的な施策が空間別にまとめられている。ここでは地域空間施策として、「森林」と「田園地域・里地里山」、「都市」、

「河川・湿原等」，「沿岸・海洋」が挙げられている<sup>3)</sup>。この中でも，本研究では特に都市の生物多様性に着目した。

都市の生物多様性は，都市住民に対して大気浄化やレクリエーション，災害防止等様々な恩恵をもたらし，身近な生物と触れ合う機会を創出することで生物多様性の重要性を学ぶきっかけを与えると考えられている<sup>5)</sup>。また，都市は生物にとって生息環境の減少や質の低下，外来種の侵入等のリスクが高く，多様性の損失が危ぶまれる空間であるため，生物多様性条約締約国会議の中でも重要なテーマのひとつとされている<sup>5)</sup>。この都市の生物多様性の価値が注目されるに至った契機は，「都市における生物多様性とデザイン」に関わる科学者や計画家，実務家等の国際ネットワークである URBIO (URban BIODiversity and Design) によって，2010年に名古屋で開催された URBIO 2010 である<sup>6)</sup>。URBIO 2010 では，特に「都市の生物多様性と生態系ネットワーク」について重点的に議論がなされた。検討の過程で「生態系ネットワーク」や「都市の生物多様性指標」，「気候変動における緩和と適応」，「環境教育」，「企業参画」の重要性が認識された<sup>6)</sup>。ここでの成果が反映されて，COP10の決議 X/22「生物多様性のための準国家政府，都市及びその他地方自治体の行動計画」の中で，都市のインフラ整備等に生物多様性への配慮を組み込むことが奨励される内容が明記されている<sup>3)</sup>。

#### 1-1-2. 国内における都市の生物多様性を保全するための動き

このような国際的な指針を受けて，国内でも自治体レベルで都市の生物多様性に配慮した空間を整備するために，各自治体における緑の基本計画に，生物多様性に関わる内容が明記されている。また，国土交通省は自治体レベルでの都市の生物多様性の評価に関する枠組みについて，「都市の生物多様性指標（素案）」<sup>7)</sup>を2013年に策定した。このような動きが国内で見られるが，その仕組みは十分に機能しているとは言い難い。緑の基本計画評価委員会によって選定された緑の基本計画の最優良事例 22 選<sup>8)</sup>の内のホームページで公開されている 20 計画を分析対象とした曾根ら<sup>9)</sup>の研究によると，これら 20 計画はすべて策定目的のひとつに生物多様性保全が位置付けられているものの，動植物の現況調査に基づいた定量的な評価まで踏み込んでいる例はわずかであることが報

告されている。また、「都市の生物多様性指標（素案）」においては、指標を算定するのに必要なデータの取得や精度等が地方公共団体間で差が大きいため、動植物の種数の経年変化等のデータを収集し、分析、評価することが困難であると発覚している。これを受けて、「素案」をより活用しやすいように簡略化した「都市の生物多様性指標（簡易版）」が2016年に策定された<sup>10)</sup>。このように、自治体レベルで具体的な生物の分布データを持続的に集積し、評価に結び付けることは現段階では困難であることがわかる。ただし、このような現状を受けて、「生物多様性に配慮した緑の基本計画策定の手引き」<sup>11)</sup>が国土交通省によって2018年に作成されており、今後は生物多様性に関わる具体的なデータの集積を行なえる基盤の整備が進むと考えられる。

都市の生物多様性を考慮する枠組みが自治体レベルで認識されることと並行して、民間企業による生物多様性に配慮した緑化空間の整備や、その評価の仕組みづくりも推進されている。例えば、民間企業が作り出した都市緑地の多面的な機能に対して、事業主体とは関りのない公平中立な立場にある第三者機関によって認証される3つの制度がある。

生物多様性に配慮した緑地づくりに取り組む工場や商業施設に対して ABINC（Association for Business Innovation in harmony with Nature and Community, 一般社団法人いきもの共生事業推進協議会）により評価・認証されるものや、「そだてる緑」と「つくる緑」, 「都市のオアシス」という複数のカテゴリの評価軸があり、責任者に対するインタビューや竣工後の現地調査によって当初の計画項目にはない優れた点も評価対象となる特徴を有する SEGES（Social and Environmental Green Evaluation System, 社会・環境貢献緑地評価システム）, 米国内務省による HEP（Habitat Evaluation Procedures）をもとに“生物多様性の保全や回復に資する取り組みを定量的に評価・認証する制度”である JHEP（Japan Habitat Evaluation and Certification Program, ハビタット評価認定制度）の3つである<sup>12)</sup>。

また、樹林の有する多様な生態系サービスを貨幣価値として定量的に評価できる手段として、米国 Forest Service が中心となって i-Tree Eco<sup>13)</sup> が開発されている。国内では、平林ら<sup>14)</sup>による埼玉県川越市で i-Tree Eco を用いて街路樹の生態系サービスを可視化した事例研究がみられる。

さらに、近年では市民と研究者が連携して科学的な過程を経て問題を解決する市民科学（Citizen Science）を活用した生物多様性に関わる情報の集積や、オープンデータの積極的な活用も注目されている。市民科学を利用した生物多様性データベースの活用可能性についてまとめた宮崎<sup>15)</sup>の報告によると、国内においては特定外来生物であるセイヨウオオマルハナバチ（*Bombus terrestris* Linnaeus, 1758）の分布状況等の情報共有がされる web サービスのセイヨウ情報（現在は新セイヨウ情報<sup>16)</sup>として運用中）に集まったデータを用いて執筆された論文<sup>17)</sup>が取り上げられている。また、米国の市民科学プロジェクトである eBird<sup>18)</sup>が先駆的な先進事例として取り上げられており、市民が調査した鳥類のデータが web サイトで集積され、そのデータを用いた論文が数多く執筆されている等、実用化が試みられていることが紹介されている。さらに、オープンデータを活用した「オープンサイエンス」の概念をまとめた古川<sup>19)</sup>の報告によると、生物多様性分野におけるオープンデータとして、カリフォルニア科学アカデミーによって運営されている iNaturalist や、前述した米国の eBird が取り上げられており、これらは地球規模生物多様性情報機構（Global Biodiversity Information Factory, 以下、GBIF）のデータベースとも連携していることが紹介されている。GBIF に収集された生物のデータを用いて、2015 年時点で 750 本以上の論文が執筆されているが、日本においては一部の研究において GBIF が活用されてはいるものの生物多様性情報のオープンサイエンス化は十分に周知されていないことが指摘されている<sup>19)</sup>。

このように、国内での都市の生物多様性を保全するための動きは産官学の連携のもとに実施されている現状にあるが、未だ十分に連携できていない点も多いことがわかる。

### 1-1-3. 国土形成の指針からみた都心部における緑化と生物多様性

近年では、生物多様性を含む緑の多様な機能を都市インフラや土地利用計画、防災・減災等へ活かし、持続可能で魅力のある国土づくりや地域づくりを推進する取り組みはまとめて「グリーンインフラ（Green Infrastructure）」と呼ばれている。木下ら<sup>20)</sup>は、英国リバプール市での政策を事例にしてグリーンインフラの特徴を示している。この中で、グリーンインフラは米国や英国、EU で政策



として実施され、例えば米国では突発的集中豪雨や洪水対策等の水政策として位置付けられている等、国や自治体ごとに特色があることが報告されている。このように、グリーンインフラは欧米諸国で先進的に考案された仕組みであり、日本では2015年に閣議決定された「国土形成計画」<sup>21)</sup>と「社会資本整備重点計画」<sup>22)</sup>においてグリーンインフラが政策の一部として取り入れられた。

日本では、今後進むことが予測されている高齢化と人口減少社会への移行を受けて、「ヒト、モノ、カネ、情報」が地域間で双方向に活発に流れる「対流促進型国土」の形成が目指されている<sup>21)</sup>。その中で、空間的な密度の高まり及び地域と地域のつながりを両立した「コンパクト+ネットワーク」型の国土構造、地域構造が大きな指針として掲げられている<sup>21)</sup>。地域における医療や介護、福祉、商業、金融、燃料供給等の生活サービス機能は一定の利用可能人口を前提として成り立っている。人口減少社会においては、都市を「コンパクト」にすることでこれらのサービスが成立しなくなることを防ぎ、「ネットワーク」の形成により一定の圏域内で経済循環をさせることが狙いである。

このような都市計画の指針と都市緑化の指針との両方を踏まえて、国土形成計画<sup>21)</sup>のグリーンインフラの項目では、都市のコンパクト化によって生じた低未利用地の緑地化による生態系ネットワークの形成の促進が明記されている。都市の集約で生じる未利用地の増加に起因する「都市のスポンジ化」に対するひとつの解決策として、未利用地の緑化空間への転用が期待されている。2008年から2030年の間における土地利用転換と生態系サービスとの関係性をドイツのベルリンを対象としてシミュレーションしたSteffenら<sup>23)</sup>の研究では、都市集約によって密集市街地に生じる未利用地を都市緑地に転換することができれば、結果的に生態系サービスの向上につながることを定量的に示されている。

また、空き家や空き地対策と都市のコンパクト化との連携手法について研究した水野ら<sup>24)</sup>の報告によると、全国810の自治体に対するアンケート調査の結果、都市を縮退するにあたって空き家や空き地等の未利用地を自然公園等自然的土地利用に転換する施策に取り組んでいる自治体は回答があった536の自治体の内の4%であり、今後、自然的土地利用へ転換することを検討すると回答した自治体も加えると全体の7%であったことが示されている。ここではコミュニティガーデン事業の一貫として未利用地を庭園や農園といった交流空間へ転

換している例が紹介されているが、現状では未利用地の緑化空間への転換は大きくは進んでいないことがわかる。

#### 1-1-4. 都市に順応する生物

人間の生活環境の近くで都市の恩恵を享受しながら生活する生物はシナントロプ (*synanthrope*)<sup>25)</sup>と呼ばれている。また、都市の資源に依存して生息している種は都市利用種 (*Urban exploiter*)、都市の環境に対して順応している種は都市適応種 (*Urban adapter*) と呼ばれ<sup>26, 27)</sup>、国内外でその例が挙げられる。例えば、米国の郊外ではコヨーテ (*Canis latrans* Say, 1823) が都市の環境を利用して生息し<sup>28)</sup>、日本ではタヌキ (*Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834)) やハクビシン (*Paguma larvata* (C. E. H. Smith, 1827)) 等の食肉目の哺乳類の中に都市環境の中で暮らしている報告がみられる<sup>29)</sup>。

また、都市の環境に順応している種として鳥類に関する報告も散見される。例えば、日本全国に分布しているスズメは住宅地でも営巣し、越冬期に営巣場所や古巣の付近に執着して出現する<sup>30)</sup>。ハシブトガラスは都市域の中で活動し、生ゴミを餌資源として利用し<sup>31)</sup>、針金ハンガーを利用して営巣することもある<sup>32)</sup>。ムクドリは集団で群れをなして生活する種であり、夜は集団でねぐらを形成するが、これが町中の街路樹や駅前といった空間に形成されることで、騒音や景観阻害等の問題につながっている<sup>33)</sup>。さらに、外来種であるワカケホンセイインコ (*Psittacula krameri manillensis* Bechstein, 1800) は関東の都市部で帰化していることが報告され<sup>34)</sup>、この種はイギリスやベルギー、オランダ、ドイツといったヨーロッパの都市でも帰化していることが報告されている<sup>35)</sup>。

近年では、かつて都市において確認されていなかった種が新たに確認されている例もみられる。例えば、イソヒヨドリ (*Monticola solitarius* Linnaeus, 1758) は海岸や河川、岩場等に出現する種<sup>36)</sup>だが、近年では内陸部への生息域の拡大、都市域への進出が調査・報告されている<sup>37)</sup>。大阪市における高層建築物であるあべのハルカス等、高度に都市化された空間においてもイソヒヨドリは確認されている<sup>33)</sup>。

このような現状を受けて福井<sup>38)</sup>は、高度経済成長期を経て都市部に減少した鳥類が、現在になって都市に回帰している可能性を論じている。このように鳥

類は都市域に分布を拡大している可能性もあり、この現状は都市の生物多様性が豊かになる上で好ましいように思われる。しかし、他方で問題も生じている。鳥類による騒音や糞による景観阻害、農作物への食害といった人々の生活に対して負の影響を与える場合もあり、これは生態系ディスサービスや負の生態系サービスと呼ばれている<sup>39)</sup>。都市における人々の生活と、都市の環境を利用して生息する生物との関わりや軋轢については、都市の生物多様性を考慮する上で無視できる問題と言えない。人間の活動の場が中心である都市においては、ただ生物相が豊かであるという状態が好ましいのか、それとも人にとっても快適で、なおかつ生物とも共存できるような形で生物多様性が形成されていることが望ましいのか等、都市の生物多様性の望ましい在り方については議論の余地がある。

#### 1-1-5. 都市における鳥類に関する既往研究とその成果

都市の生物多様性の中でも、本研究では生態系ピラミッドの上位種であるため環境指標として用いられることが多い鳥類に着目した。都市における鳥類に関する既往研究は国内外で多く存在し、鳥類は都市における知見の蓄積が進んでいる。

景観を構成する概念として、Forman & Godron は生物の生息地を patch (以下、パッチ)、パッチを取り巻く空間を matrix (以下、マトリクス)、パッチをつなぐ空間を corridor (以下、コリドー) と定義している<sup>40)</sup>。この概念に基づいて国内外で鳥類に関する知見が蓄積されてきた。

##### (1) パッチにおける鳥類に関する既往研究

パッチは生物の生息空間である<sup>40)</sup>。都市においては残存樹林地や大型の都市公園、社寺林等の大規模樹林地や、河川等がこれに該当する。ここでは都市におけるパッチに関する既往研究について、樹林地と河川緑地、農地における鳥類に影響する要因として報告されているものをまとめた。

まず、都市の樹林地における鳥類に関する既往研究をまとめた。樋口ら<sup>41)</sup>は都市の孤立林において、樹林地面積と繁殖期における鳥類の種数との間に関係性があることを示している。一ノ瀬ら<sup>42)</sup>は、比較的小規模な樹林地において、

越冬期の鳥類の多様性に対して樹林地の面積が関わっていることを報告している。Gavareski ら<sup>43)</sup>は、米国シアトルにおいて繁殖期では在来自然を内包するような大規模な公園に樹林性鳥類が豊富に出現する一方、公園の規模が小さくなるほど種数が減少する傾向を示している。葉山ら<sup>44)</sup>は、都市の樹林地において林床植生の存在が繁殖期における鳥類の多様性に影響していることを示している。加藤ら<sup>45)</sup>は、パッチ内の低木層をはじめとした植生の階層構造が越冬期の樹林性鳥類に正の影響を与えていることを報告している。

また、2ha以下の小規模な樹林地については、加藤ら<sup>26)</sup>が植生の階層構造を整備することで、大規模樹林地における鳥類相に近づけることができる可能性を示している。Ramirez ら<sup>46)</sup>は、メキシコの都心部の小規模樹林地に出現する鳥類について、公園や庭園では比較的多種の鳥類が出現する一方、道路沿いの緑地では周辺の騒音や交通量が負の影響を強く与えていることを報告している。鶴川ら<sup>47)</sup>は、大規模樹林地において、越冬期と繁殖期ともに樹林地を取り巻く空間の状況により出現する鳥類の種数が異なることを報告している。

さらに、近年では人為的に植栽されている街路樹も鳥類の生息空間として機能している可能性があることが報告されている。福井<sup>48)</sup>は、京都市の堀川通における街路樹に出現する鳥類について、周辺の樹林地に近い街路樹の樹冠体積が大きい街路空間を鳥類はよく利用していることを報告している。Wood ら<sup>49)</sup>は、米国ロサンゼルスにおいて街路樹が鳥類によって利用されていることを示しており、Young ら<sup>50)</sup>は、南オーストラリアのアデレードにおいて同様の傾向を示している。

以上のように、各既往研究において樹林地面積や樹林地内の植生構造（特に下層植栽）、樹林地を取り巻く空間の違い等が、樹林地に出現する鳥類相に影響を与えていることが明らかにされている。

次に、都市の河川緑地における鳥類に関する既往研究をまとめた。Suri ら<sup>51)</sup>は、南アフリカのケープタウンの都市河川には様々な形態の生息地が存在することで、都市域の鳥類の多様性向上に寄与していることを報告している。小出ら<sup>52)</sup>は、都市における河川緑地では、越冬期の水辺性鳥類のみならず地上で生息する鳥類の生息環境としても機能し、周辺の市街地化の影響を受けて都市性鳥類が出現することを明らかにしている。平野ら<sup>53)</sup>は、越冬期において河川の

幅が増加すると砂礫地の面積も増加するため、それに伴って水辺性鳥類の種数も増加することを報告している。Mason ら<sup>54)</sup>もイギリス東部の河川において河川幅が鳥類の分布を決定づける最も重要な要因であることを明らかにしている。平野ら<sup>55)</sup>は、都市の河川緑地において人工改変が行なわれた空間では砂礫地が増加することで水辺性鳥類が増加している一方、植物の消失による隠れ場所の減少により水上で生息する種が減少することを報告している。Nelson ら<sup>56)</sup>は、米国コロラド州のデンバーにおいて比較的原生自然が残っている都市河川と、芝生による被覆を施す等した高度に人工改変された都市河川それぞれにおいて、夏季における鳥類とチョウの種数を比較し、鳥類についてみると人工改変された都市河川の方が出現する種数は少なく、外来種や都市環境に順応している種が多く出現する傾向にあることを示している。Brummelhaus ら<sup>57)</sup>は、ブラジルのリオグランデ・ド・スル州を流れる河川において、森林と草原、都市環境がそれぞれ卓越している区間を対象として出現する鳥類相の比較をし、森林が卓越して存在している区間では人為的な影響を忌避する種が多く出現する傾向にあることを示している。鈴木ら<sup>58, 59)</sup>は、河川における越冬期の水鳥は給餌や人為的な攪乱の影響によって分布に影響がみられ、さらに阿武隈川において人為的な影響を含む景観要素が越冬期及び繁殖期の鳥類の種組成に与える影響を分析した結果、越冬期には水辺性鳥類と環境要因との間に関係性は確認されず、地上で生息する鳥類と自然被覆要素の数等が影響し、繁殖期には種数に対して自然被覆要素の数に影響していることを示している。加藤ら<sup>60)</sup>は、玉川中流部の水辺における越冬期の鳥類相について、高木植栽とハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia*) によって植生の階層構造がみられる区間において特徴的な鳥類相が確認されることを示している。中川ら<sup>61)</sup>は、函館市亀田川の河川沿いと住宅地の鳥類相について、越冬期と繁殖期ともに住宅地よりも河川沿いの方が種数は多く、繁殖期と越冬期とで種数が多い空間は異なることを示している。

以上のように、都市の河川緑地は水辺性鳥類のみならず地上で生息する鳥類にとっても生息地として機能していることが言える。また、河川緑地は人為的な影響を受けやすい空間であり、区間における土地利用の違いによって鳥類の出現傾向が異なる場合もあることが明らかにされている。

続けて、都市の農地における鳥類の既往研究についてまとめた。Doxa ら<sup>62)</sup>は、フランスにおいて農村開発の指標としても使用されている生物生息に貢献するような農地（High Nature Value farmland, 以下、HNV 農地）と繁殖期における鳥類分布との関係性について、HNV 農地として選定されていない農地では出現しない農地環境に適応している種が、HNV 農地では出現することを示している。福井ら<sup>63)</sup>は、神戸市西区の都市近郊農村における通年での鳥類相と土地利用の関係について、多様なモザイク状の土地利用が鳥類の多様性を向上させていることを明らかにしている。濱田ら<sup>64, 65)</sup>は、京都市近郊の農地において、同様にモザイク状の土地利用が繁殖期の鳥類の多様性を高めていることを示し、さらにモザイク状の土地利用が鳥類の多様度に影響しているのは、水田の連続度や畑地の連続度が高まることで特定の種が出現しやすい傾向にあるためであることを報告している。Morelli<sup>66)</sup>は、イタリアの中央部の農地における藪や列植された低木（hedgerow）、孤立樹木等の小規模な緑は農業を行なう上で除去される場合もあるものの、鳥類分布に影響する要因として機能していることを示している。繁殖期の鳥類相に対しては、福井ら<sup>67)</sup>の西神戸と東播磨地区の農地における研究において、鳥類相に対して農地の土地利用の形態の違いが影響し、谷津田を中心として背後に二次林が位置するような農村地域では都市型鳥類が比較的少なく、水辺性鳥類や樹林性鳥類、草原性鳥類がよく出現していることが明らかになっている。越冬期の鳥類相に対しては、前田ら<sup>68)</sup>の研究において、水田における湛水の影響により水田が水鳥の採餌場所として機能していることが示されている。濱田ら<sup>69)</sup>は、越冬期における宅地化が進行している農地では、農地が多く残存している空間と比較して都市型鳥類が多く出現することを示している。

以上のように、都市の農地ではモザイク状の土地利用が鳥類の多様度を高める一方で、水田や畑等の単一の土地利用が連続して存在することでしか出現しない種が存在し、なおかつ宅地化が進行することで都市型鳥類によって利用される空間となることが明らかにされている。

## (2) コリドーにおける鳥類に関する既往研究

コリドーは、パッチをつなぐ線状の緑や飛び石状に配置された小規模なパッチの連なりである<sup>60)</sup>。都心部では、街路樹や都市内部を流れる小規模な河川沿いの緑等、パッチとなる空間同士をつないでいる線状緑地がコリドーに該当する。ここでは、コリドーの形成によって鳥類に与えられる影響に関する既往研究をまとめた。

森本ら<sup>70)</sup>は、越冬期における都市の公園に出現する鳥類は、公園間の緑道による連結によって多様度が高まることを明らかにしている。一ノ瀬は<sup>71)</sup> 越冬期における大阪市中心部の街路樹に出現する鳥類は、周辺の大規模な緑地の近くにおいて比較的多く出現していることを示している。宮本ら<sup>72, 73)</sup>は、京都市の小規模な線状緑地としての琵琶湖疏水における繁殖期の樹林性鳥類は、琵琶湖疏水をコリドーとして活用していない可能性があることを示し、さらに琵琶湖疏水のみならずその周辺に位置している緑地及び緑地の外側の空間においても鳥類調査を実施した結果、周辺の緑地に近い疏水では都市忌避種が出現しやすいことを明らかにしている。Songら<sup>74)</sup>は、ソウル市内においてシジュウカラ (*Parus minor* Temminck & Schlegel, 1848) は線状に長くつながる緑地よりも円形で規模の大きな緑地を好み、緑地が連結していることが最も重要な要因であることを示している。Tremblayら<sup>75)</sup>は、カナダのカルガリーにおける線状の緑地を横断する樹林性鳥類に最も影響する要因は植生の間隙であり、パッチに隣接する植生を管理することがコリドーの機能を向上させるうえで有効であることを明らかにしている。Orłowski<sup>76)</sup>は、ポーランド南西部の郊外において交通量の異なる道路沿いの植栽に出現する鳥類について、交通量は樹林性鳥類の移動に対して明確な負の影響を及ぼしていることを示している。

以上のように、都市におけるコリドーはパッチに出現する鳥類に影響を与えているが、コリドーとして線状緑地が機能するためにはいくつか条件があり、コリドー自体の規模や形状、コリドーの周辺の人工的な要因等が関わっていることが示されている。

### (3) マトリクスにおける鳥類に関する既往研究

マトリクスはパッチを取り巻いている空間である<sup>60)</sup>。都市においてはパッチとコリドー以外のすべての空間がマトリクスに該当する。鳥類が採食や営巢を行なうための資源がマトリクスに存在する場合や、パッチとマトリクスの間の空間構成要素の違いが明確ではない場合、多様な生息地によって空間が構成されている場合等に、マトリクスは鳥類の生息空間として機能するとされている<sup>77)</sup>。ここではマトリクスにおける鳥類に関する既往研究をまとめた。

鶴川ら<sup>78)</sup>は、2ha以上の樹林地をパッチと定義し、パッチに出現する鳥類相に対してマトリクスの土地被覆が影響し、マトリクスの近傍に位置する樹林地がマトリクスに出現する留鳥の種数に影響を及ぼしていることを報告している。加藤ら<sup>79)</sup>は、千葉市内の住宅街に出現する鳥類は主に高木植被や農耕地、草地等の緑被が影響していることを明らかにしている。Taylor<sup>80)</sup>らは、米国ミシガン南東部の都市と郊外の境界部において、マトリクスにおける緑被が樹林性鳥類の生息空間として機能していることを示している。Kennedyら<sup>81)</sup>は、ジャマイカの中心部における都市であるマンチェスターとクラレンドンにおいて、農地と都市近郊、ボーキサイト鉱という3種類の異なるマトリクスが樹林地に出現する鳥類に与える影響について、農地がマトリクスである場合に樹林性鳥類の種数が最も多くなることを報告している。Dunfordら<sup>82)</sup>は、カナダのオタワにおいて、パッチに出現する鳥類は一様な要因で出現が決定づけられているわけではなく、特に渡り鳥はマトリクスの土地被覆による影響を最も受けやすいことを示している。さらに、Shoffnerら<sup>83)</sup>が示しているように、都市のマトリクスにおける樹林性鳥類に対しては、マトリクスに残存している大規模な緑地の数を確保することで保全につながる可能性があることが指摘されている。

以上のように、マトリクスに出現する鳥類やマトリクスがパッチに出現する鳥類に与える影響については一概な要因があるのではなく、その空間における様々な条件次第で変化し得ることが考えられた。



#### 1-1-6. 本研究の位置付け

上記で整理したように、国内外で都市の鳥類に関する既往研究の蓄積が進む一方で、都市の生物多様性に関わる国内の文献を分析した土屋ら<sup>84)</sup>の報告によると、都市の郊外（都心から30-40km圏内）における生物に関する知見は多く存在するが、都心部における生物の知見は相対的に少ない現状にあることが指摘されている。都心部は経済や交通の要所であり、周辺の市街地を交通網でつなぐ人やモノの流れの中心となる空間である。都心部の商業地やオフィス街では、ヒートアイランド現象の緩和や魅力ある街並み形成のために緑化が推進され、商業施設に付随する屋上庭園やオフィスの公開空地等、積極的な緑化が行われてきた。ヒートアイランド現象に関わるデータの提供を目的とした常松ら<sup>85)</sup>の研究によると、公開空地の緑化や水面の影響によって、東京都心部の夏季晴天日真昼の上向き赤外放射量は住宅密集地域よりもオフィスビルや商業施設の多い地域の方が少なく、都心部の緑化の有効性が考察されている。

このような観点に加えて、都市で緑化を推進する際に生物生息空間を確保するためには、河川緑地や小規模な都市公園といった線や点としての緑を大規模公園等の拠点地区や特別緑地保全地区等の中核地区とつなぐエコロジカル・ネットワークの形成が緑化の指針の一つとされている<sup>5)</sup>。この形成によって緑をつなぐことで生物の生息空間の分断を防ぐ狙いがあり、都心部でも河川緑地や小規模な都市公園等の緑化空間は少なからず生物生息空間としての機能を担っていることが考えられる。ただし、都心部はそのほとんどが市街化され、高度に都市化した空間と言えるため、そこに生息できる生物は限られることも予想される。都市化の傾度が鳥類の種組成に対して影響し、人工構造物の被覆が多い空間ほど都市型鳥類が多く出現すると国内外のパッチやコリドー、マトリクスに関する既往研究<sup>26, 43, 51, 69, 73, 76)</sup>で報告されている。これを踏まえると、都心部に都市型鳥類が偏在することで、人間の生活との間に軋轢が生じる生態系サービス発生の発生にもつながる恐れがあると考えられる。

ところが、都心部におけるエコロジカル・ネットワークの構成要素である河川緑地と小規模な都市公園における鳥類相及び鳥類出現に関わる要因は、現状では十分に分析がされていない。これを明らかにすることで、河川緑地と小規模な都市公園は都心部の鳥類生息空間の分断を防ぐ役割を担っているのかを把

握し、それに伴って生じる恐れがある生態系サービス機能を緩和させるための対策につながると考えられる。さらに、周辺の他の形態の緑化空間における鳥類相との比較との併用による都心部の鳥類相の特徴把握等の知見が得られると考えられる。特に、都市域では鳥類に関わる要因が多く存在するため、鳥類出現に関わる要因の分析が困難であることが指摘されている<sup>53)</sup>が、近年ではフィールドにおける様々な不確定な要因を加味できる分析手法が普及し<sup>86)</sup>、これらの手法を適用することで都心部の鳥類出現に関わる要因を把握することも可能であると考えられた。

以上のことを踏まえて、本研究では都心部の生物多様性に関する知見を補完するために、大阪市の都心部を対象とした。大阪市は三大都市圏のひとつであり、その都心部は関西の中で最も都市化の傾度が高い空間である。一方で、淀川や大阪城公園等の比較的大規模なパッチが近傍に位置する都市であり、緑化に関する施策が以下の通り進められている。「新・大阪市緑の基本計画」<sup>87)</sup>では大阪市のまちづくりに関わる緑化の指針が示されており、ほぼ全域が市街化されている大阪市においては生物多様性保全のために水と緑のネットワークの形成による小規模な緑地の連続性が重要視されている。1963年（昭和38年）から2012年（平成24年）までの大阪市における都市公園の個数と公園面積の推移について、都市公園の個数は288箇所から983箇所に増加し、公園面積は約340.7haから約2.8倍の約940.1haに増加しており<sup>87)</sup>、大阪市では積極的な緑化の推進が図られてきたことがわかる。また、2024年に一部竣工予定の大阪市におけるうめきた2期開発では、「『みどり』と『イノベーション』の融合拠点」というコンセプトのもとに、敷地面積約4.5haの都市公園を内包する大規模な開発が2027年の完成を目処に計画され<sup>88)</sup>、今後も大阪市都心部は継続して緑化が推進されることが考えられる。高度に都市化された空間であり、水と緑のネットワークの形成を指針として緑化が推進されている大阪市では、淀川や大阪城公園等の比較的大規模なパッチを拠点として、都心部の都市公園や河川緑地、商業施設の緑、住宅の緑、公共施設の緑等の比較的小規模な街中の緑に鳥類が飛び地的に生息している可能性も考えられる。

大阪市都心部において鳥類出現に影響する要因を分析した既往研究をみると、橋本ら<sup>89)</sup>は、公園や社寺等の樹林地における繁殖期の樹林性鳥類について、

緑地の敷地面積や緑地内の樹冠面積等が樹林性鳥類の種数に正の関係性を示し、1ha以下の緑地においては周辺の低層住宅地率が樹林性鳥類の種数に負の影響を与えていることを示している。一ノ瀬<sup>71)</sup>は大阪市中心部の街路樹における越冬期の鳥類の出現状況について、ハシブトガラス (*Corvus macrorhynchos* Wagler, 1827) やヒヨドリ (*Hypsipetes amaurotis* Temminck, 1830)、ムクドリ (*Spodiopsar cineraceus* Temminck, 1835)、スズメ (*Passer montanus* Stejneger, 1858) といった都市型鳥類しかほとんど確認されず、2ha以上の緑地から300～400mまでの範囲内にこれらの鳥類が多く確認される傾向にあったことを示している。楠瀬ら<sup>90)</sup>は、大阪城公園の越冬期の鳥類相について、下層植生のみならずリターの豊富さや土壌表面の柔らかさが地上で採餌を行なう鳥類の生息環境の向上に関わっていることを示している。松本ら<sup>91)</sup>は、建築物に付随する緑化空間に出現する鳥類相について、屋上緑地よりも地上緑地のほうが比較的出現した種数は多く、植栽の階層構造を整備することで鳥類相が豊かになる可能性を示しているが、いずれの空間においても種多様性が高い結果が得られなかったことを示している。さらに松本ら<sup>92)</sup>は、建築物に付随する緑化空間に出現する鳥類相について、植栽の要素のみならず周辺の河川までの距離が鳥類の出現に関わっている可能性を示している。

このように大阪市都心部において鳥類に関する既往研究が蓄積されているが、エコロジカル・ネットワークの構成要素である河川緑地における鳥類出現に影響する要因の把握は行なわれておらず、さらに大阪市都心部に広く点在している小規模な都市公園についても都市型鳥類の分布の傾向や周辺環境からの影響は十分に検討されていない。本研究はこの点を補完するものとして位置付けた。

## 1-2. 研究の目的並びに論文構成

本節では、研究の目的を明確にし、研究構成を示した。

### 1-2-1. 研究の目的

本研究では大阪市都心部を事例として、都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因を把握することを一つ目の目的とした。さらに、小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因を把握することを二つ目の目的とした。これらの結果から、エコロジカル・ネットワーク形成の構成要素としてのこれらの緑化空間が鳥類生息空間の分断を防いでいるのかを総合的に考察し、都心部の生物多様性に関わる研究における今後の課題を示した。

### 1-2-2. 論文構成

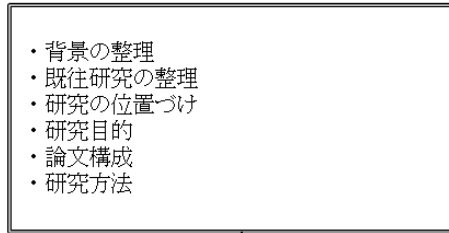
本研究は図 1-1 に示したフロー図に従って構成した。

第 2 章では、大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因を分析した。その際、河川緑地においては近傍の空間とその周辺の環境からの要因の両方による影響が考えられるため、第 1 節 (2-1) において、河川沿いの圍繞景観を「水際空間」と定義して、水際空間における鳥類出現と土地被覆との関係性を把握した。第 1 節で明らかになった点を踏まえて、第 2 節 (2-2) において、都心部の河川緑地における越冬期の鳥類出現に関わる要因を把握するため、広域的なスケールにおける土地被覆や周辺に位置するパッチとの距離等の要因も含めて分析を実施した。

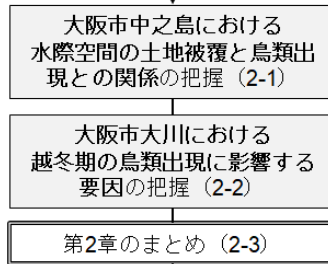
第 3 章では、大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因を分析した。第 1 節 (3-1) では、大阪市都心部の小規模な都市公園における都市型鳥類の分布の範囲や集中・ばらつきの度合い等の特徴を把握した。第 2 節 (3-2) では、どのような種が小規模な都市公園のマトリクスにおける緑被率から影響を受けているのかを明らかにした。

第 4 章では、エコロジカル・ネットワーク形成の構成要素としての都心部の河川緑地及び小規模な都市公園が鳥類生息空間の分断を防いでいるのかを総合的に考察した。さらに、都心部の生物多様性に関わる研究における、今後の課題を提示した。

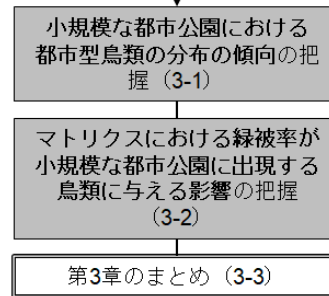
第1章  
研究の目的  
並びに  
研究方法



第2章  
大阪市都心部の  
河川緑地における  
鳥類出現に  
影響する要因



第3章  
大阪市都心部の  
小規模な都市公園  
における鳥類出現に  
影響する要因



第4章  
総合考察

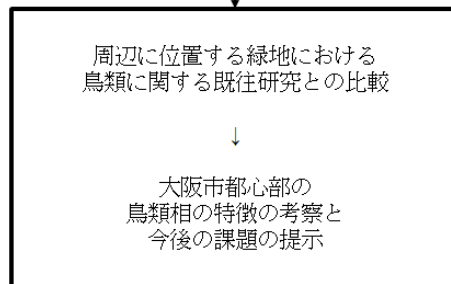


図 1-1 研究フロー

### 1-3. 研究方法

本節では、研究方法として研究対象空間や鳥類調査の方法、分析方法等を示した。

#### 1-3-1. 研究対象空間

研究対象空間は大阪市都心部の中でも図 1-2 に示した淀川以南から難波付近の面積約 3,500ha の範囲内とした。この空間は主に北区と福島区、西区、中央区、浪速区、天王寺区と、加えて、大正区と東成区、生野区の一部が含まれている。第 2 章第 1 節で調査対象とする中之島は、当該空間の中央部に位置する。第 2 章第 2 節で調査対象とする大川は、中之島の北側を流れる堂島川と南側を流れる土佐堀川の源流にあたり、これらの河川と淀川とをつないでいる。第 3 章において調査対象とする都市公園は、当該空間の全体に点在している。なお、本研究では、全ての調査において地理情報システム（Geographic Information System, 以下 GIS）を用いて、地理空間のデータベース化と分析の際の空間情報のデータの作成を行なった。

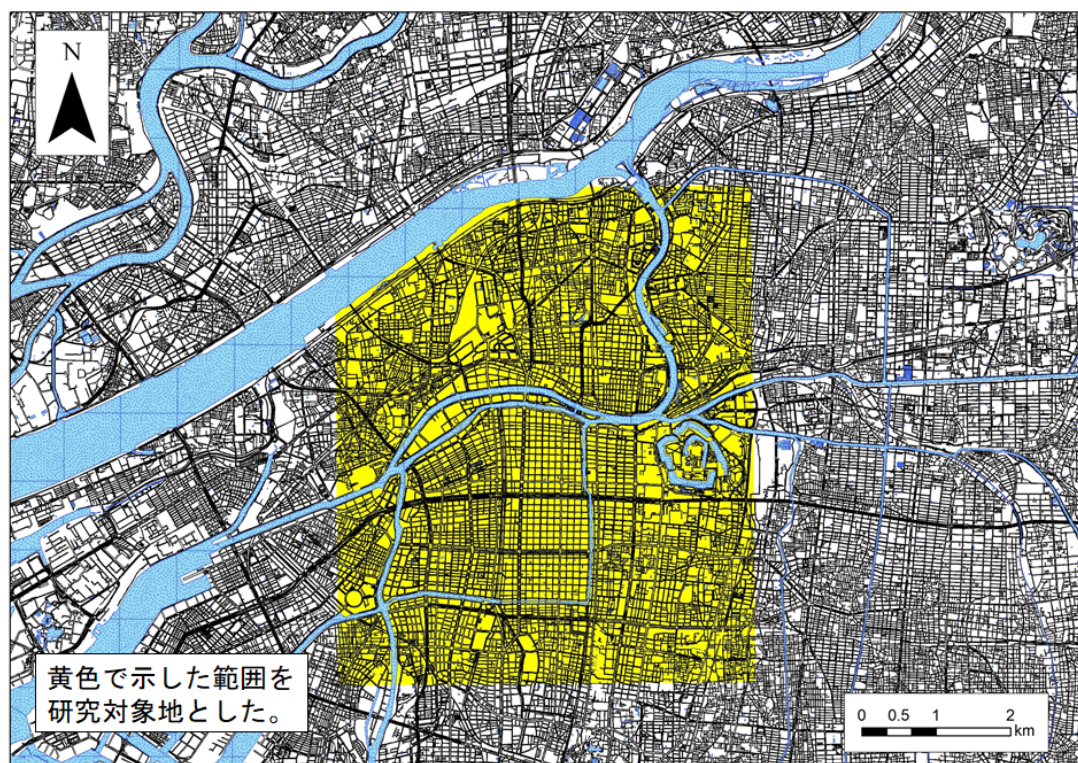


図 1-2 研究対象地

### 1-3-2. 鳥類調査

各章における鳥類調査は、鳥類の越冬期と繁殖期にあたる時期にそれぞれ実施した。これは、下記に示したように鳥類が季節によって移動する習性<sup>93,94)</sup>を有しているためである。

一年中、同じ場所に生息し、季節移動しない種は「留鳥」という。季節によって移動する種の中でも、春に南方の国から日本に飛来して繁殖し、秋には南方の国で越冬する種は「夏鳥」という。また、秋に北方の国から日本に飛来して越冬し、北方の国で繁殖期する種は「冬鳥」という。さらに、渡りの途中に日本に一時的に飛来する種は「旅鳥」といい、国内を季節移動する種は「漂鳥」という。本州に生息する種はこのような習性を有しているため、鳥類調査の結果を定量的に評価・知見間の比較をするにあたって、鳥類調査は夏鳥が安定して出現する繁殖期（5月から7月ごろ）と冬鳥が安定して出現する越冬期（12月から2月ごろ）に実施される研究が多い。本来ならば、通年に亘る調査が望ましいと言えるが、繁殖期と越冬期に調査を実施している研究も多く、知見も豊富であることを踏まえて、本研究においてもこの調査時期に則って調査を実施した。

鳥類調査はルートセンサス法とポイントセンサス法を採用した<sup>95)</sup>。ルートセンサス法は、あらかじめ設定した調査ルート上を一定の速度で歩きながら観察半径に出現した鳥類の種と個体数を観測する手法である。本研究では、第2章においてルートセンサス法を用いた鳥類調査を実施した。ポイントセンサス法は、設定した地点において一定時間内に観察半径内に出現した鳥類の種と個体数を観測する手法である。本研究では、第3章においてポイントセンサス法を用いた鳥類調査を実施した。

### 1-3-3. 分析方法

本節では、各章において用いた分析方法の概要をまとめた。

#### (1) 多様度指数

ある地域における生物多様性を考えるときに重要となる「種多様性」という概念は、「種の豊富さ」と「種組成の均等度」というふたつの要素を含んでいる。「種の豊富さ」とは、ある地域や生息地に含まれる種数のことであり、「種組成の均等度」とは、種あたりの個体数の比率を表す。つまり、確認された生物種が多く、かつ種あたりの個体数が均等であれば、「種多様性」は高いと言える。この概念を数値によって表したものが多様度指数であり、ある地域における生物多様性を考える際のひとつの尺度となっている<sup>96)</sup>。

多様度指数は数多く考案されているが、本研究では比較的よく使われている Simpson の  $D$  と Shannon-Wiener の  $H'$  のふたつの多様度指数を鳥類調査結果に使用した。

ある調査において確認された全種数を  $S$ 、それぞれの個体数が  $N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_S$  であり、全個体数が  $N (N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_S)$  であるとき、Simpson の  $D$  と Shannon-Wiener の  $H'$  はそれぞれ次式で表される。ただし、 $p_i = N_i/N$  である。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$
$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Simpson の  $D$  は Shannon-Wiener の  $H'$  に比べ、多い種の相対頻度に強く影響され、まれな種の相対頻度には影響されにくい。したがって、確認された種数が豊富であり、かつ種ごとの個体数が均等であれば、 $D$  と  $H'$  のどちらの値も大きくなる。その一方、種数が少なく個体数が均等な場合は  $D$  の値が高くなり、種数が多くある種だけが特異的に多い場合は  $H'$  の値が高くなる。

これらの特性から、「種多様度」を総合的にみるためにはふたつの値を算出して比較検討する必要があるため、本研究でもこれらの2種類の多様度指数を



用いて分析を実施した。多様度指数は第2章第1節の中で分析手法として用いた。

## (2) TWINSPAN 及び正準判別分析

生物群集が特定の環境要因に従って分布している際に、その要因を把握する方法として「分類」と「序列化」、「直接傾度分析」という3種類の多変量解析が用いられることが多い<sup>97, 98)</sup>。ここで取り上げる TWINSPAN (Two Way Indicator SPecies Analysis) は「分類」に該当する。TWINSPAN は生態学や心理学で得られるデータを分類するためにデザインされた FORTRAN で記述されるコンピュータプログラムである<sup>99)</sup>。TWINSPAN では、複数のサンプルにおいて観測された複数の種の個体数のデータが用いられる。類似した種組成を有するサンプルがひとつのグループとして振り分けられることで、TWINSPAN によって最終的にサンプルは複数のグループに分類される。分類の際には、出現傾向に顕著な違いがみられる種が指標種 (Indicator species) として選定される。その指標種の多いグループと少ないグループに分割される。ここで分割されたグループそれぞれに対して同様に指標種が選定され、この工程が任意の回数繰り返される。結果として、種のグループとサンプルのグループの両方が複数得られる。TWINSPAN によって得られたグループを利用して、種組成と環境要因との間に対応関係があるかどうかを把握するには、同じグループに属するサンプルが共通して有している特徴を把握し、他のグループとの違いを明らかにする必要がある。その際、最も効果的であるとされる正準判別分析を本研究では用いた<sup>98)</sup>。

正準判別分析では、分類の結果を応答変数として、環境要因の変数を説明変数とした正準判別モデルを得ることで、判別に寄与する環境要因を特定することができる<sup>97)</sup>。生物群集に対する多変量解析の中では TWINSPAN と正準判別分析の組み合わせによる分析が最も汎用性が高いことが指摘されており<sup>98)</sup>、第2章第1節の中で分析手法として用いた。

### (3) 重回帰分析

重回帰分析では、結果を表す変数と原因となる結果を説明するための変数が想定される<sup>100)</sup>。前者を応答変数、後者を説明変数と呼ぶ。重回帰分析では応答変数に対して複数の説明変数が及ぼす影響を重回帰モデルとして表すことができる。説明変数が  $p$  個存在する場合の重回帰モデルは以下の式で表される。

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{ip} + E_i$$

ここで、 $x$  は説明変数、 $Y$  は応答変数、 $\beta$  は偏回帰係数、 $E$  は誤差項である。重回帰分析では、データが正規分布に従っていると仮定しており、回帰係数の推定を行なう際に最小二乗法が用いられる。複数の説明変数を用いたモデルを設定した際に、説明変数同士に相関がある場合、多重共線性と呼ばれる問題が生じることがある。これによって、不自然に決定係数が高い値を示し、標準誤差が大きい値を示す等、推定量が不安定になる場合がある。このような問題が生じることを避けるために、応答変数と最も関係性のある変数を選択する変数増減法 (stepwise) を用いて、説明変数の選択を行なった。これは、応答変数とより関係性の強い説明変数の組み合わせを探索する際に、基準を満たすまで繰り返し説明変数の追加及び削除を行なう変数選択の手法である。変数選択の基準として、本研究では自由度調整済み決定係数 (以下、 $R^2$ ) が最も 1 に近い値が得られたモデルをベストモデルとして採用した。なお、得られたモデルの分散拡大係数 (VIF) が 10 以上になった場合は多重共線性が存在すると判断して、ベストモデルとして採用しないこととした。

重回帰分析は第 2 章第 1 節において用いた。その際、越冬期と繁殖期それぞれにおいて全 8 回の調査で観測された鳥類の種数及び  $H'$ 、 $D$  を応答変数として設定し、土地被覆の面積割合を説明変数として設定して、重回帰分析を実施した。さらに、偏回帰係数のみでは応答変数に対する説明変数間の影響の大きさを比較できないため、平均を 0、標準偏差を 1 にした標準偏回帰係数を算出し、説明変数間の影響の強弱の比較も行なった。

#### (4) 一般化線形混合モデル

重回帰分析では、回帰係数を推定する際に最小二乗法を適用する。最小二乗法は、応答変数のデータの分布が正規分布に従うことが前提である。ただし、実際に野外において得られるデータが正規分布に従うことは稀であり、ポアソン分布や二項分布等、他の分布に従うことを仮定した回帰分析が必要となる。これらの分布を仮定した回帰分析のことを一般化線形モデル（Generalized Linner Model, 以下 GLM）という<sup>101)</sup>。GLM ではパラメータ推定の際には最尤法を用いることで、正規分布以外の分布に従う変数の増減による影響を推測することが可能である。

ただし、GLM にも欠点がある。あらかじめ分布を仮定したとしても、観測したデータは完全にその分布に従うとは限らず、多くの場合観測不能な要因を伴うため、推定結果に過分散が生じることがある。この点を補うために、回帰式にあらかじめランダム項を設定した GLM のことを一般化線形混合モデル（Generalized Linner Mixed Model, 以下、GLMM）という<sup>101)</sup>。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が、ランダム効果としてモデルに組み込まれる。

ポアソン分布を仮定する場合、ある種  $i$  の平均個体数  $\lambda_i$  が説明変数  $x_i$  に影響されるモデルについて、応答変数が  $y_i$  であるとき、以下の通り表される。

$$\log \lambda_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + r_i$$

右辺は線形予測子、左辺はリンク関数といい、ポアソン分布を仮定する場合はリンク関数には対数リンク関数を用いられる。ここで、 $r_i$  はランダム項であり、平均値が 0 で標準偏差が  $s$  である正規分布に従い、地点ごとに独立であると仮定する。標準偏差  $s$  は集団内の  $r_i$  のばらつきを表すパラメータである。

二項分布を仮定する場合、ある種  $i$  の出現確率  $q_i$  が説明変数  $x_i$  に影響されるモデルについて、応答変数が  $y_i$  であるとき、以下の通り表される。

$$\log \frac{q_i}{1 - q_i} = \beta_1 + \beta_2 x_i + r_i$$

二項分布を仮定するモデルではリンク関数にはロジット関数が用いられる。 $r_i$ はランダム項であり、平均値が0で標準偏差が $s$ である正規分布に従い、地点ごとに独立であると仮定する。標準偏差 $s$ は集団内の $r_i$ のばらつきを表すパラメータである。

複数の説明変数を用いる際のベストモデルを選択する基準には、赤池の情報量 (Akaike's information criterion, 以下, AIC) を用いた。AICは統計モデルのあてはまりの良さではなく予測の良さを重視するモデル選択基準であり、AICが一番小さいモデルをベストモデルとして採用した。

#### (5) 階層ベイズモデルとマルコフ連鎖モンテカルロ法によるパラメータ推定

GLMMでは、サンプルごとに共通している不確定な要素としてランダム項が「独立である」と仮定して、分析を行なっている。しかし、サンプルごとに空間の条件が異なっている等、より複雑な状況に対応して分析を実施するためには、サンプルごとに異なる不確定な要因を加味したモデルを設計する必要がある。しかし、最尤法を用いたパラメータ推定の枠組みでこれを実施するのは困難である。近年、コンピュータの能力の向上に従って、マルコフ連鎖モンテカルロ法 (Markov chain Monte Carlo method, 以下, MCMC) という強力なパラメータ推定の方法が確立された。これは、パラメータの背後に「真の値」があると仮定する頻度主義 (frequentism) の枠組みではなく、パラメータを確率分布として考えるベイズ統計学のもとで使用される<sup>101-103</sup>。

ベイズ統計学とは、ベイズの公式に基づいて推論を実施する統計学である<sup>101</sup>。ベイズ統計学では、データ $y$ が条件付き確率 $p(y|x)$ から生成されるという仮定に加えて、その確率分布を決めるパラメータ $x$ も別の確率分布 $p(x)$ から得られたサンプルとする。このとき、 $p(x)$ は $x$ の事前分布という。データの値 $y$ が与えられた時の $x$ の確率分布 $p(x|y)$ は事後分布という。ベイズの公式では、これらの事前分布と事後分布との間に以下の関係が成り立つ。

$$p(x|y) = \frac{p(y|x)p(x)}{\sum_x p(y|x)}$$

このようにベイズ統計学の枠組みにおいては、事前分布を想定することでより様々な要因を加味した統計解析が可能になる。このような枠組みに従ってモデルを作成し、事後分布を推定する際に、あらかじめ適切な事前分布が確認されない場合、無情報事前分布を用いる場合が多い。これは、平均が 0 でなおかつ標準偏差が限りなく大きい値をとる正規分布を仮定する。さらに、このベイズの公式に従ってモデルを設計し、パラメータを推定するにあたって、前述した MCMC アルゴリズムに従って大量のサンプル生成を行なう。ここで得られた大量のサンプルの要約統計量をみることで、パラメータ推定の結果を参照することが可能になる。

モデルに対して場所の差や空間の座標といった複雑な情報を付与する場合は階層ベイズモデルとして取り扱う<sup>101-103)</sup>。階層ベイズモデルでは、事前分布の事前分布、という事前分布に対して階層的な構造を仮定することで、より複雑な状況を想定して分析を実施できる方法である。本研究では第 3 章第 2 節において階層ベイズモデルと MCMC によるサンプリングによって、鳥類の出現に特定の要因が関わっているのかどうかを把握した。その際、地点  $i$  において  $n$  回の調査中にある種が確認された回数  $y_i$  を二項分布に従うと仮定し、ある種が出現する確率  $q_i$  を推定する以下のモデルを設定した。

$$p(\{y_i\}|\beta_1, \beta_2, \{r_i\}) = \prod_i \binom{n}{y_i} q_i^{y_i} (1-q_i)^{n-y_i}$$

$$\text{logit}(q_i) = \beta_1 + \beta_2 x_i + r_i$$

なお、 $x_i$  は説明変数であり、 $\beta_1$  は地点全体の属性に関わる誤差項であり、 $\beta_2$  は説明変数に係るパラメータであり、 $r_i$  は各地点の属性に関わる誤差項である。事前分布については、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  は無情報事前分布を設定し、 $r_i$  の階層事前分布には平均が 0 で標準偏差が  $s$  の正規分布を設定し、 $s$  の階層事前分布には  $0 < s < 10^{-4}$  の一様分布を設定した。このモデルに対して MCMC によるサンプリングを実施し、得られたサンプルの要約統計量から、説明変数による影響の有無を判断した。

## (6) 正規化植生指数 (NDVI)

都市における緑被率を把握する際に、衛星画像を用いて算出される正規化植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index, 以下 NDVI) が用いられることが多い。NDVI は植物による光の反射の特徴を利用して広域的に緑の量や活性度を測るための手法のひとつである<sup>104)</sup>。NDVI は以下の式で表される。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

ここで、 $R$  は可視域赤の反射率であり、 $IR$  は近赤外の反射率である。NDVI は -1 から 1 までの値をとり、NDVI の値が高いほど植生の活性度は高いと判断できる。本研究では第 2 章第 2 節と第 3 章第 3 節において NDVI の値を用いて分析を実施した。

## (7) カーネル密度推定

2 次元空間における点群の分布の密度の推定を実施する手法として、カーネル密度推定 (kernel density estimation) が挙げられる<sup>105)</sup>。カーネル密度推定は、各観測点を中心とした小さな隆起の平均化によって推定が行われる<sup>106)</sup>。ESRI 社の Arcmap では、デフォルトで以下の式のように密度推定がされる<sup>107)</sup>。

$$\text{Density} = \frac{1}{(\text{radius})^2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{3}{\pi} \cdot \text{pop}_i \left( 1 - \left( \frac{\text{dist}_i}{\text{radius}} \right)^2 \right)^2 \right]$$
$$\text{dist}_i < \text{radius}$$

なお、 $i = 1, \dots, n$  は、各地点を表しており、 $\text{pop}_i$  は地点  $i$  の Population フィールド値 (オプション) であり、 $\text{dist}_i$  は地点  $i$  と座標 (x, y) 間の距離である。また、 $\text{radius}$  は検索範囲 (バンド幅) を表しており、本研究では任意の値を採用した。第 3 章第 1 節においてカーネル密度推定を利用した分析を実施した。

## 第 2 章 大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因

本章では、鳥類調査や現地調査、衛星画像の利用によって収集したデータを用いた多変量解析によって、大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因を分析した。

河川緑地は、近傍の空間とその周辺の環境からの要因の両方による影響が考えられるため、第 1 節 (2-1) では、河川緑地の近傍の空間が鳥類出現に与える影響の把握を行なった。第 2 節 (2-2) では、河川緑地の周辺域を含む空間が鳥類出現に与える影響の把握を行なった。

### 2-1. 大阪市中之島における水際空間の土地被覆と鳥類出現との関係

#### 2-1-1. 本節の目的

都心部の河川緑地では、構成要素が多く存在し、鳥類の出現に影響を与える要因を把握することは困難である<sup>63)</sup>。そこで、まずは河川緑地の近傍の空間が鳥類分布に与える影響を把握するために、河川沿いの半径 50m 圏内の構成要素を含む圍繞景観<sup>108)</sup>に着目した。この空間を「水際空間」と定義し、水際空間における土地被覆と鳥類の種多様性・種組成との関係に焦点を当てた。本節では、水際空間における土地被覆と鳥類出現との関係を明らかにすることを目的とした。

#### 2-1-2. 研究方法

##### (1) 研究対象地

研究対象地は大阪市都心部に位置する中之島とした(図 2-1)。中之島は、北は堂島川、南は土佐堀川に挟まれた中洲状の空間である。中之島は大阪市の都市計画に関する政策である「水都大阪」<sup>109, 110)</sup>の中心の場とされ、平成 19 年(2007 年)から東側の中之島公園の再整備が始まった。この再整備は平成 21 年(2009 年)に完了し、平成 23 年(2011 年)にかけて沿道の護岸緑化が進められる等、比較的近年に親水空間として再整備が進められた。また、中之島には、大阪中央公会堂や大阪府立中之島図書館、日本銀行大阪支店等の近代建築や、大阪の行政の中心である大阪市役所がある。

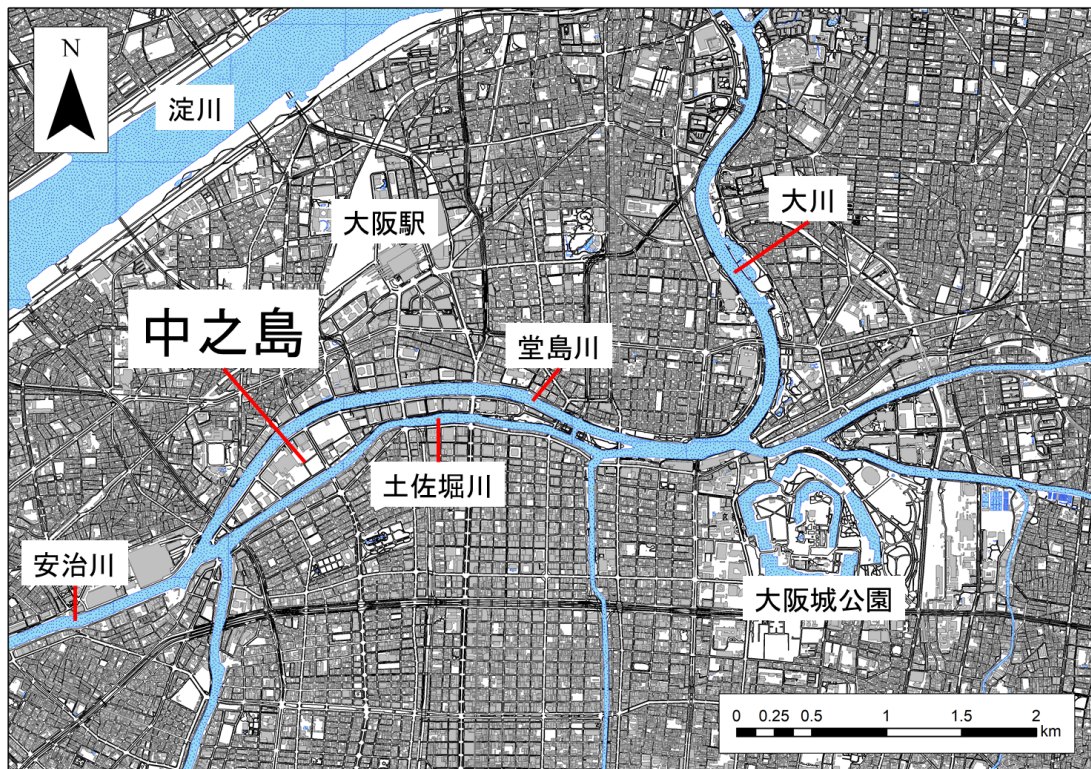


図 2-1 調査対象地

中之島の東側には明治 24 年（1891 年）に大阪市初の公園として設置され、再整備が行われた中之島公園があり、バラ園や芝生で被覆された空間が存在する。またその東側から中央にかけて、大阪市役所や大阪市中央公会堂、大阪府立中之島図書館等が位置する。中之島の中央は、オフィスビルが密に建ち並び、特にフェスティバルホール等の超高層建築が存在するが、中之島の西側にかけてオフィスビルの密度は低くなる。全体を通して川沿いには遊歩道が整備され、高速道路と連結する中之島の西端を除き、ほぼ全周を歩くことができる。

このように、中之島は大阪市の中心部に位置しながらも、東西に渡って様々な土地被覆を含んだ空間を有し、都心部における河川緑地の土地被覆が鳥類分布に対してどのような影響を与えているのかを調査することが可能といえ、調査適地であると判断した。





写真 2-1 中之島東部



写真 2-2 中之島公園（バラ園）



写真 2-3 中之島公園



写真 2-4 中之島中央部



写真 2-5 中之島西部



写真 2-6 中之島中央部

## (2) 調査ルートの設定及び土地被覆の把握

鳥類調査を実施するための調査ルートを図 2-2 のように設定した。ルートは中之島を歩いて 1 周できるように主に歩道に対して設定した。

2015 年 11 月に土地被覆に関する現地踏査を行なった。土地被覆は表 2-1 のように設定した。

建築物は階層を、植栽は高さで常緑樹・落葉樹の違いを目視で判断し、それらを含む中之島内外の土地被覆を 1/2,500 の地形図上に直接記入した。さらに土地被覆を詳細に把握するために、GIS を用いて調査対象地をデータベース化した。国土地理院発行の基盤地図情報のデータをもとに、現地踏査において変化が確認されたところを修繕、加工し、土地被覆の状況をポリゴンデータとして詳細に作成した。樹木に関しては、現地踏査に加え、google map の航空写真を樹冠面積の再判別の確認のために利用し、ポリゴンデータの作成をした。なお、図-2-3 に示すように「緩衝帯」を土地被覆のひとつとして区分した。これは陸域と水域の間に位置するコンクリートでできた空間である。面積は矮小であるものの予備調査において鳥類による利用が多々確認されたため、独立して

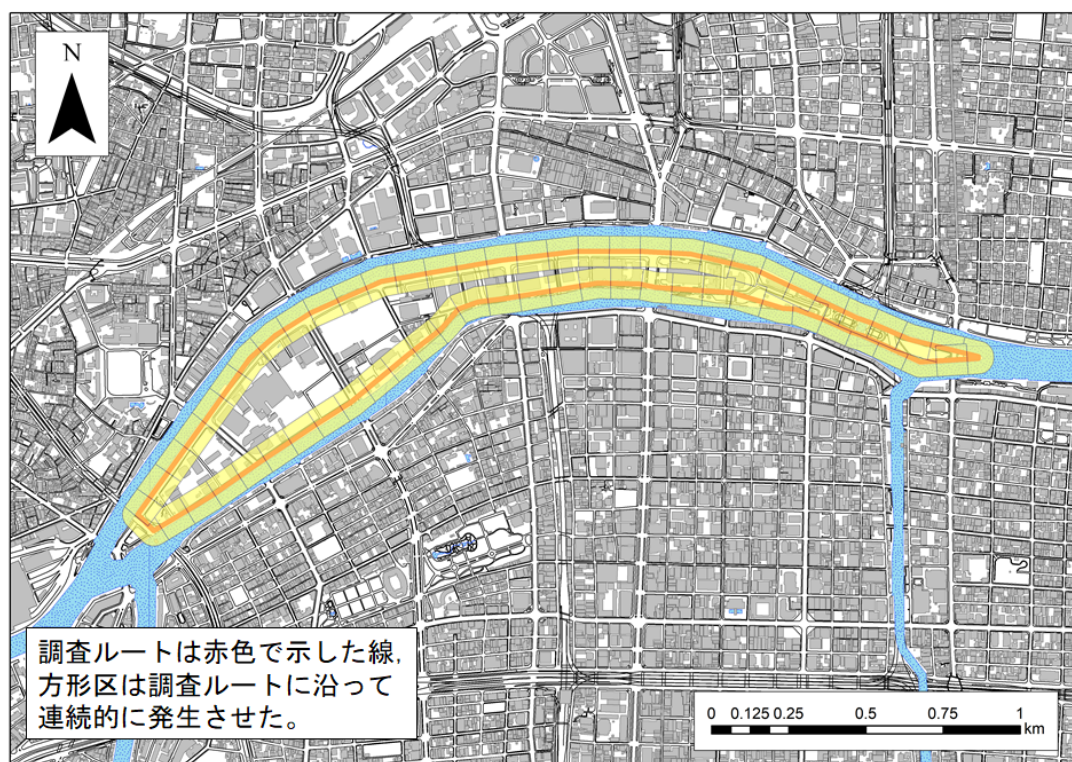


図 2-2 調査ルートに沿って連続的に発生させた方形区

表 2-1 土地被覆の分類

土地被覆		備考	
建築物	超高層	建築基準法に基づいて分類した。 超高層：20階以上， 高層：6階～19階， 中層：3階～5階， 低層：1階，2階	
	高層		
	中層		
	低層		
道路 (全体)	高速道路 一般道路		
開放水域			
緩衝帯		陸域と水域の間に位置するコンクリートでできた空間（図2参照）。	
樹木	高木	高木：8m以上 亜高木：2～8m 低木：0.5～2m	
	亜高木		常緑樹高木
			落葉樹高木
	低木		常緑樹亜高木
	落葉樹亜高木		
草本類	草本	草本のみで被覆された空間。 人工的に養生された芝生空間。	
	芝生		
オープンスペース		駐車場，テニスコート等。	
その他		建築物造成中の空間，解析からは除外した。	

分類した。分類の解像度の大小が解析の結果を左右する可能性を考慮して、建築物と道路、草本類についてはそれぞれ2段階の、樹木については3段階の分類の解像度を設定した。使用したGISのソフトウェアはESRI社のArc Map 10.2である。



図 2-3 緩衝帯

### (3) 調査ルートに沿った方形区の作成

図 2-2 に示した通り，調査ルートを中心にして方形のポリゴンを GIS 上で連続的に複数作成した（以下，方形区）。既往研究<sup>72)</sup>を参考に，鳥類調査の確認半径である片側 50m を 2 倍した 100m を方形区の 1 辺の長さとした。調査ルートに沿って作成した結果，合計 62 個の方形区が作成された。調査開始地点を方形区 1 とし，時計回りに 1 から 62 までの番号を割り振った。

### (4) 鳥類調査

調査期間は越冬期にあたる 2014 年 12 月から 2015 年 2 月と，繁殖期にあたる 2015 年 6 月から 8 月とした。調査は晴れ，または曇りの日の午前 7 時から 10 時 30 分の間に実施し，越冬期に 8 回，繁殖期に 8 回の合計 16 回行なった。調査方法はラインセンサス法<sup>95)</sup>を採用し，あらかじめ設定したルートに沿って時速約 2 km で歩き，半径 50m 圏内で出現した鳥類を目視または声で種別判断し，種名と個体数，出現場所を 1/2,500 の地図上に直接記入した。調査時間に偏りが生じないように周回する方向を毎回変えた。なお，本節ではドバト (*Columba livia* Gmelin, 1789) は外来種であるため観測から除外し<sup>93, 94, 111)</sup>，鳥類調査結果は全て GIS にポイントデータとして作成し，集計した。

### (5) 分析方法

季節による出現種の違い，同じ種でも生息域や空間の使用の仕方が季節で変わる可能性を考慮して，本研究では越冬期と繁殖期の鳥類データを別々に使用して各解析を行なった。

方形区内の鳥類の多様度指数と種数を目的変数，その他の項目を除く方形区内の土地被覆の面積割合を説明変数として，重回帰分析を行なった。なお，多様度指数は Simpson の  $D$ （以下， $D$ ）と Shannon-Wiener の  $H'$ （以下， $H'$ ）の 2 種類を用い，相対優占度には個体数を用いた<sup>96)</sup>。また，面積割合に対しては逆正弦変換を行なった。建築物，道路，草本類に関してはそれぞれ 2 段階の，樹木に関しては 3 段階の解像度を設定したため，解析に用いたデータのすべての組み合わせは目的変数 1 つにつき，それぞれ 24 通りである（建築物 2×道路 2×

樹木 3×草本類 2 = 24 通り)。それぞれのデータについて変数増減法を適用し、 $R^2$ の最も高いものをベストモデルとして採用した。

鳥類の種組成を把握し、その種組成に影響している要因を把握するために TWINSpan<sup>99)</sup>による分類、及び正準判別分析を実施した。TWINSpan によって鳥類の出現傾向をもとにして方形区分類を行なった。TWINSpan では出現頻度が低い種の影響を受けやすいため、出現個体数が 4 羽未満、または出現した方形区が 4 個未満の種と、出現個体数が 4 羽未満であった方形区を除外して解析した。計 8 回の調査で確認された鳥類の個体数から、cut level は 0, 2, 5, 10, 20 とした。それ以外の設定はデフォルト値を適用した。

TWINSpan による方形区分類がどのような要因と関わりがあるのかを把握するために、正準判別分析を行なった。重回帰分析で行なった手順と同様に、土地被覆の面積割合を説明変数として、すべてのデータに対して変数増減法を用いた変数選択を行なった。その中から当てはまりのよさを表す Wilks の  $\Lambda$  が最も高いモデルを、ベストモデルとして採用した。

TWINSpan は MjM Software Design の PC-ORD 6.08 を使用して、正準判別分析は株式会社社会情報サービスのエクセル統計 2015 を使用した。

### 2-1-3. 結果

#### (1) 方形区内の土地被覆

土地被覆の集計結果を表 2-2 に示した。道路と開放水域、オープンスペースは 62 個全ての方形区に含まれ、道路は平均 26.52%、開放水域では平均 36.45%、オープンスペースが平均 12.21%であり、計 75.18%の占有割合の値を示し、これらのみで 7 割以上を占める結果となった。建築物の全ての分類を合計すると、全体の占有割合の 10.43%を占めていた。超高層の建築物は平均 3.04%であり、特に中央の方形区に多く分布している傾向にあった。高層建築物は平均 4.07%であり、中央に多く分布していたが、超高層建築物と比較すると、より広い範囲に分布していた。中層建築物は平均 1.80%であり、確認されたのは東側の一部と西側の一部で、いずれもまとまって分布しているのが特徴的であった。低層建築物は平均 1.52%であり、他の建築物よりも広範囲に分布していた。

樹木は全体の占有割合が 7.37%を占め、その中でも最も多くの割合を占めたのは常緑樹高木の平均 1.81%、次いで常緑樹亜高木と落葉樹亜高木の平均 1.73%、落葉樹高木の平均 1.33%、常緑樹低木の平均 0.74%、落葉樹低木の平均 0.03%であった。常緑樹高木や常緑樹亜高木、落葉樹亜高木は方形区の全体に分布している傾向であった。落葉樹高木は、東側の並木道に多い傾向であり、常緑樹低木はほとんどが中之島公園のバラであることから、東側に集中的に分布していた。落葉樹低木はほとんどなく、一部の方形区内にしか分布していない結果であった。芝生空間は、平均 4.48%であり、東側の中之島公園に多く分布している傾向であった。草本は、平均 2.07%と低い値であった。緩衝帯は全

表 2-2 土地被覆の全体の占有割合の平均値と標準偏差

	建築物 超高層	建築物 高層	建築物 中層	建築物 低層	高速 道路	道路	開放 水域	水際			
平均値 (%)	3.04	4.07	1.80	1.52	3.08	26.52	36.45	0.46			
標準偏差 (%)	0.66	0.74	0.44	0.26	0.85	1.58	1.12	0.09			

	常緑樹 高木	常緑樹 亜高木	常緑樹 低木	落葉樹 高木	落葉樹 亜高木	落葉樹 低木	草本	芝生	オープ ンスペ ース	その他
平均値 (%)	1.81	1.73	0.74	1.33	1.73	0.03	2.07	4.48	12.21	1.42
標準偏差 (%)	0.25	0.15	0.24	0.22	0.21	0.02	0.27	0.94	0.98	0.51

体の 0.46%と低い値を示し、東側の中之島公園沿いと中央の堂島川側の方形区にのみ確認できた。

## (2) 鳥類調査

鳥類調査の結果は表 2-3 に示した。越冬期の鳥類調査の結果、7 目 15 科 26 種 3,377 羽の鳥類が確認された。確認された鳥類のうち、最も多くの個体数が確認された種はユリカモメ (*Larus ridibundus* Linnaeus, 1766) の 1,116 羽であり、続いてスズメが 820 羽、ヒヨドリが 323 羽、カワウ (*Phalacrocorax carbo* Kuroda, 1758) が 195 羽、カルガモ (*Anas zonorhycha* Swinhoe, 1866) が 159 羽であった。

また、繁殖期の鳥類調査の結果、5 目 12 科 14 種 1,757 羽の鳥類が確認された。確認された鳥類のうち、最も多く確認されたのがスズメの 1,350 羽であり、続いてムクドリが 127 羽、カワウが 67 羽、ハシブトガラスが 47 羽であった。

表 2-3 鳥類調査結果

目	科	種名	学名	越冬期 個体数 (羽)	繁殖期 個体数 (羽)
カモ	カモ	カルガモ	<i>Anas zonorhycha</i> Swinhoe, 1866	159	40
		コガモ	<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758	12	0
		ヒドリガモ	<i>Anas penelope</i> Linnaeus, 1758	77	0
		ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i> Linnaeus, 1758	111	0
		キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i> Linnaeus, 1758	1	0
		メジロガモ	<i>Aythya nyroca</i> Gldenstdt, 1770	3	0
ハト	ハト	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i> Latham, 1790	13	14
カツオドリ	ウ	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i> Linnaeus, 1758	195	67
ペリカン	サギ	アオサギ	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	2	8
		チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i> Wagler, 1829	1	0
ツル	クイナ	バン	<i>Gallinula chloropus</i> Linnaeus, 1758	1	0
チドリ	チドリ	シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758	2	0
	カモメ	ユリカモメ	<i>Larus ridibundus</i> Linnaeus, 1766	1,116	0
カモメ		カモメ	<i>Larus canus</i> Linnaeus, 1758	130	0
カラス		ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	8	24
		ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i> Wagler, 1827	77	47
シジュウカラ	シジュウカラ	シジュウカラ	<i>Parus minor</i> Temminck & Schlegel, 1848	9	13
ツバメ	ツバメ	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i> Temminck & Schlegel, 1848	0	11
ヒヨドリ	ヒヨドリ	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i> Temminck, 1830	323	43
スズメ	メジロ	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i> Temminck & Schlegel, 1845	78	0
	ムクドリ	ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i> Temminck, 1835	123	127
		ツグミ	<i>Turdus naumanni</i> Temminck, 1820	17	0
	ヒタキ	ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureus</i> Pallas, 1776	4	0
		イソヒヨドリ	<i>Monticola solitarius</i> Linnaeus, 1758	6	1
	スズメ	スズメ	<i>Passer montanus</i> Linnaeus, 1758	820	1,350
セキレイ		ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	60	11
		セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i> Sharpe, 1885	29	1
合計				3,377	1,757

越冬期と比較すると種数・個体数ともに繁殖期の方が少なく、スズメの個体数が全体の7割以上を占めていた。

### (3) 水際空間における鳥類の種数及び $H'$ 、 $D$ に影響する土地被覆

重回帰分析を行ない、変数増減法によってモデル選択をした結果、越冬期と繁殖期ともに分散拡大係数 (VIF) が 10 以上になった説明変数はなかった。表 2-4 に越冬期における重回帰分析の結果を示した。 $D$  は高速道路から負の影響を受けており、緩衝帯から正の影響を受けている結果であり、 $H'$  は緩衝帯から正の影響を受けている結果であった。種数に関しては、建築物と高速道路から負の影響を受けており、低木と高木、亜高木から正の影響を受けている結果であった。標準偏回帰係数の値から、越冬期における種数は建築物の被覆割合による負の影響が最も強いことが示された。なお、 $D$  と  $H'$  に関しては、 $R^{*2}$  の値がそれぞれ 0.22、0.12 と低い値を示した。

表 2-5 に繁殖期における重回帰分析の結果を示した。 $D$  は一般道路から負の影響を受けている結果であり、 $H'$  は高木から正の影響を受けている結果であった。種数は高木と低木、芝生から正の影響を受けている結果が得られた。標準偏回帰係数の値から、高木の被覆割合が種数に対して最も強い影響を与えていることを示した。なお、 $D$  と  $H'$  に関しては  $R^{*2}$  の値がそれぞれ 0.05、0.06 と越冬期の結果よりもさらに低い値であった。



#### (4) 水際空間における鳥類の種組成に影響する要因

計 62 個の方形区のうち、出現個体数が 4 羽未満であった方形区を除外して、越冬期は計 59 個、繁殖期は計 51 個の方形区を解析に用いた。また、越冬期においては、餌付けによる人為的な影響が強く、局所的に多くの個体数が出現したユリカモメは、鳥類種の違いから地点の分類を試みるには不適切な種であると判断し、解析から除外した。

越冬期における TWINSPAN による分類の結果は表 2-6 に示した。方形区は 4 つのグループ、A (10 箇所) と B (7 箇所)、C (18 箇所)、D (24 箇所) に分類された。さらに、鳥類の分類に関して、第 1 群は水鳥を中心とした種、第 2 群は開けた空間で採餌を行なう種、第 3 群は飛翔個体が多く確認された種、第 4 群は市街地の緑等に出現する種と解釈した。

表 2-4 越冬期の重回帰分析結果

目的変数	説明変数	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	P 値
D	高速道路	-0.01	-0.28	*
	緩衝帯	0.02	0.36	**
	定数項	0.52		**
$R^2=0.22$ , 回帰式の P 値 < 0.01				
H'	緩衝帯	2.55	0.36	**
	定数項	31.32		**
$R^2=0.12$ , 回帰式の P 値 < 0.01				
種数	建築物	-0.13	-0.50	**
	高速道路	-0.08	-0.27	*
	高木	0.13	0.28	*
	亜高木	0.15	0.24	*
	低木	0.20	0.34	**
	定数項	6.43		**
$R^2=0.38$ , 回帰式の P 値 < 0.01				

※  $R^2$  = 自由度調整済み決定係数, \*: P 値 < 0.05, \*\*: P 値 < 0.01

表 2-5 繁殖期の重回帰分析結果

目的変数	説明変数	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	P 値
D	一般道路	-0.01	-0.28	*
	定数項	0.52		**
$R^2=0.06$ , 回帰式の P 値 < 0.05				
H'	高木	0.02	0.26	*
	定数項	0.51		**
$R^2=0.05$ , 回帰式の P 値 < 0.05				
種数	高木	0.15	0.45	**
	低木	0.17	0.39	**
	芝生	0.07	0.39	**
	定数項	1.55		**
$R^2=0.46$ , 回帰式の P 値 < 0.01				

※  $R^2$  = 自由度調整済み決定係数, \*: P 値 < 0.05, \*\*: P 値 < 0.01

表 2-6 越冬期の TWINSPAN の分類結果と鳥類出現割合

グループ	A	B	C	D	
地点数	10	7	18	24	
第 1 群	カルガモ	100	43	33	8
	ヒドリガモ	40	100	6	8
	ホシハジロ	50	57	33	8
	キジバト	50	14	11	4
	ハシボソガラス	30	-	6	-
	セグロセキレイ	70	-	28	21
第 2 群	ムクドリ	70	71	33	54
	ツグミ	30	29	6	25
第 3 群	カワウ	100	57	72	79
	カモメ	90	57	72	63
	ハシブトガラス	80	29	33	63
	ヒヨドリ	100	100	94	92
	イソヒヨドリ	10	-	6	8
	ハクセキレイ	90	43	50	46
第 4 群	シジュウカラ	-	29	22	4
	メジロ	20	-	94	29
	スズメ	70	71	94	79
	<i>D</i> (平均)	0.81	0.73	0.62	0.57
	<i>H'</i> (平均)	1.93	1.57	1.34	1.20
	種数 (平均)	10.00	7.00	6.94	5.92
分類の際の 指標種	2 段階目	A: カルガモ, セグロセキレイ	B: ヒドリガモ	C: メジロ	D: -
	1 段階目	A, B: カルガモ, ヒドリガモ		C, D: スズメ, メジロ	

※表中の数字は各グループの地点数に対する鳥類の出現割合 (%)

※コガモ, キンクロハジロ, メジロガモ, アオサギ, チュウサギ, バン, シロチドリ, ユリカモメ, ジョウビタキは解析から除外した。

A はカルガモとセグロセキレイ (*Motacilla grandis* Sharpe, 1885) が分類の際の指標種として選ばれた。特に A においては、第 1 群と第 2 群、第 3 群の鳥類が多く出現していることから、A は水鳥を含む多くの鳥類が利用している空間であることがわかった。B は A と似た傾向を示したが、ヒドリガモ (*Anas penelope* Linnaeus, 1758) が分類の際の指標種として選ばれた。また、B においては全ての方形区内でヒドリガモが出現していた。C はメジロ (*Zosterops japonicas* Temminck & Schlegel, 1845) が分類の際の指標種として選ばれた。C においてはメジロとスズメがほとんど全ての方形区において出現した。D は C と似た傾向を示したが、メジロの出現する割合が少なかった。また、A と B, C, D の順に *D* と *H'*, 種数の平均値は小さい値を示した。

越冬期の正準判別分析の結果は表 2-7 に示した。TWINSPAN による分類と関係がある土地被覆として選択されたのは、標準化判別係数の絶対値が大きい順に緩衝帯と芝生、一般道路、高速道路、開放水域であった。図 2-4 を参照すると、A は横軸の関数 1 (寄与率 90.00%) に対して正の方向に分布し、標準化判別係数の値から緩衝帯と芝生の被覆割合が特に高く、一般道路による被覆が少

ない割合であることが読み取れた。B と C, D はそれぞれ似た傾向を示し、横軸の関数 1 に対して負の方向に分布していることから、A と比較すると一般道路による被覆割合が高く、緩衝帯と芝生の被覆割合が低い傾向にあることが読み取れた。判別的中率は A が 90.00%であったが、B と C, D はいずれも低い値を示した。

表 2-7 越冬期の正準判別分析結果

変数	P 値	標準化判別係数	
		関数 1 (89.30 %)	関数 2 (9.73 %)
高速道路	*	0.24	0.97
一般道路	**	-0.44	1.09
開放水域	*	0.24	1.18
緩衝帯	**	0.79	-0.91
芝生	**	0.52	0.72

Wilks の  $\Lambda = 0.16$ , F 値 = 8.91, 自由度 (15, 141.19), P 値 < 0.01,  
 ※括弧内の数字は寄与率, \*: P 値 < 0.05, \*\*: P 値 < 0.01

観測値	予測値	予 測 値				n	判別の中率
		A	B	C	D		
A	A	9	0	1	0	10	90.00 %
B	B	0	3	2	2	7	42.86 %
C	C	0	3	12	3	18	66.67 %
D	D	1	7	4	12	24	50.00 %
全体						59	61.02 %

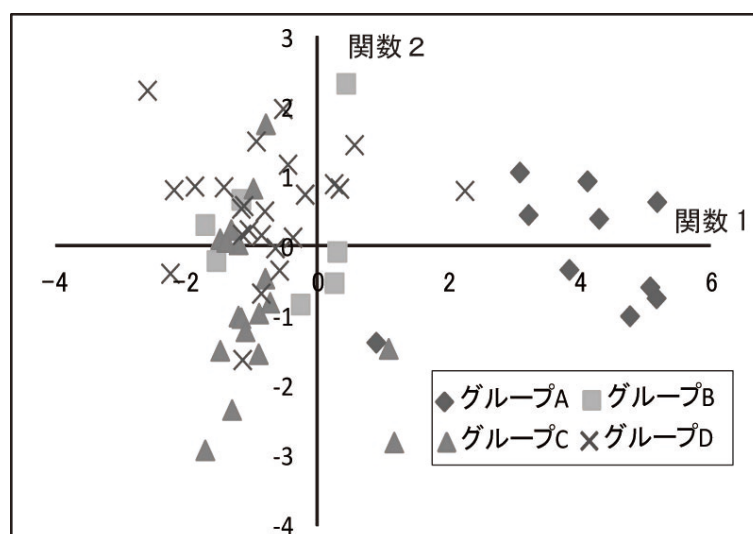


図 2-4 越冬期における正準判別分析の散布図

繁殖期における TWINSPAN による分類の結果は表 2-8 に示した。方形区は 4 つのグループ、E (6 箇所) と F (18 箇所), G (8 箇所), H (4 箇所) に分類された。鳥類の分類について、第 1 群は開けて樹木のある空間を選好する種、第 2 群は河川沿い等の開けた空間を選好する種、第 3 群はスズメ、第 4 群は飛翔個体が多く確認された種と解釈した。

E はハシボソガラス(*Corvus corone* Linnaeus, 1758)とヒヨドリが分類の指標種として選ばれ、E においては、第 1 群と第 2 群の鳥類が多く確認された。F は E と似た傾向を示したが、カワウが出現し、ハシボソガラスとヒヨドリが出現する割合が少なかった。G は第 1 群の鳥類が出現せず、ハシブトガラスが 4 グループの中で最も多く出現した。H は G と似た傾向を示したが、特にカワウは H の全ての方形区に出現した。D と H', 種数の平均値はグループごとにそれぞれ大小関係の傾向が異なる結果であった。

繁殖期の正準判別分析の結果は表 2-9 に示した。TWINSPAN による分類と関係がある土地被覆として選択されたのは、標準化判別係数の絶対値が大きい順に落葉樹高木と常緑樹亜高木、芝生、草本、中層建築物、超高層建築物、高層建築物であった。図 2-5 を参照すると、E は横軸の関数 1 (寄与率 64.94%) に対して負の方向に分布しているため、標準化判別係数の値から落葉樹高木と常

表 2-8 繁殖期の TWINSPAN の分類結果と鳥類出現割合

グループ	E	F	G	H
地点数	6	21	14	10
第 1 群				
キジバト	50	29	-	10
アオサギ	-	29	-	-
シジュウカラ	33	24	-	-
ツバメ	67	5	-	-
第 2 群				
カルガモ	50	43	21	-
ムクドリ	100	67	21	10
ハクセキレイ	17	29	14	-
第 3 群				
スズメ	100	100	100	100
第 4 群				
カワウ	-	62	-	100
ヒヨドリ	100	38	64	40
ハシボソガラス	100	10	29	10
ハシブトガラス	33	38	79	40
D (平均)	0.43	0.36	0.47	0.43
H' (平均)	0.93	0.73	0.85	0.76
種数(平均)	6.50	4.71	3.29	3.22
分類の際の指標種	E : ハシボソガラス, ヒヨドリ			
2 段階目	F : カワウ		G :	H : カワウ
1 段階目	E, F : キジバト, カルガモ, ムクドリ, スズメ		G, H : ハシブトガラス	

※表中の数字は各グループの地点数に対する鳥類の出現割合(%)

※イソヒヨドリ、セグロセキレイは解析から除外した。

緑樹亜高木，芝生の被覆割合が高く，草本と中層建築物，超高層建築物の被覆割合が低い傾向にあることが読み取れた。また，F は横軸の関数 1 に対して正の方向に分布しており，縦軸の関数 2（寄与率 29.89%）に対して負の方向に分布していることから，他のグループと比較すると草本による被覆割合が高く，常緑樹低木が少ないことがわかった。G と H は似た傾向を示しており，関数 1 と関数 2 のそれぞれに対して正の方向に分布していることから，前者 2 グループと比較すると建築物の被覆割合が高いことが読み取れた。いずれのグループも判別率の中率が 7 割を超えていた。この結果から，繁殖期における TWINSPAN による分類は，越冬期と比較すると土地被覆の割合の違いによってある程度説明できる傾向にあると解釈できた。

表 2-9 繁殖期の正準判別分析結果

変数	P 値	標準化判別係数	
		関数 1 (64.94 %)	関数 2 (29.89 %)
超高層建築物	**	0.46	0.70
高層建築物	*	0.14	0.74
中層建築物	*	0.69	0.18
落葉樹高木	**	-1.18	-0.37
常緑樹中木	**	-0.85	0.51
草本	**	0.76	-0.54
芝生	**	-0.79	0.00

Wilks の  $\Lambda = 0.14$ , F 値=5.53, 自由度 (21, 118.28), P 値 < 0.01, ※括弧内の数字は寄与率, \*: P 値 < 0.05, \*\*: P 値 < 0.01

観測値	予測値	予測値				n	判別の中率
		E	F	G	H		
E	E	5	0	1	0	6	83.33 %
F	F	1	18	1	1	21	85.71 %
G	G	0	3	10	1	14	71.43 %
H	H	0	1	2	7	10	70.00 %
全体						51	78.43 %

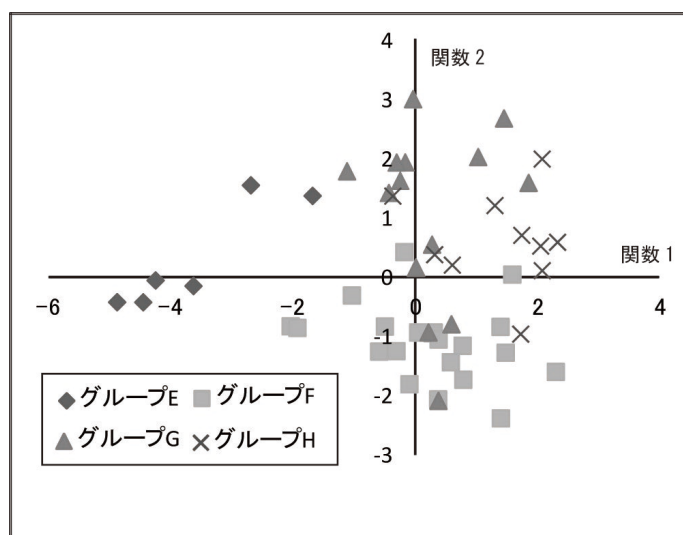


図 2-5 繁殖期における正準判別分析の散布図

#### 2-1-4. 考察

鳥類調査の結果、越冬期ではユリカモメが突出して多く出現した。調査中に人為的な餌付けが確認されており、都心部の鳥類相に対して人為的な影響は少なからずあることが明らかになった。特に、越冬期においてはユリカモメ以外にもカワウやカルガモ、ホシハジロといった水鳥が多く出現しており、中之島の水際空間は都心部の河川であるものの、様々な水鳥が出現するような空間として機能していることが明らかになった。また、陸域に生息する種については越冬期と繁殖期ともに既往研究<sup>26, 72, 112)</sup>で都市利用種や都市適応種とされる種が多く出現する結果であった。また、種数と個体数ともに越冬期よりも繁殖期の方が少なく、特にスズメの個体数が全体の7割以上を占めていた。この結果は都心部であることに起因していると言える。

重回帰分析の結果、越冬期の鳥類の種多様度に対しては緩衝帯が正の影響を与えており、高速道路が負の影響を与える傾向にあった。また、種数に対しては、低木をはじめとした樹木が正の影響を与え、建築物や一般道路が負の影響を与えている結果が得られた。このことは都心部において多く存在する建築物が、都市における既往研究<sup>20)</sup>においても鳥類に対して負の影響を与える要因として報告されていることと同様の結果を示したと言える。

種多様度の  $R^2$  が低い値を示したのは、種によって選好する環境が異なり、出現した個体数にばらつきがあったことが原因として考えられた。そこで、土地被覆と種組成との関係をみるために TWINSpan と正準判別分析の結果を参照した。その結果から、判別率の中率が最も高かった A は陸地を利用する水鳥を含む多くの鳥類が利用している空間であり、緩衝帯や芝生の被覆割合が高く、一般道路の被覆割合が低かった。緩衝帯に関して、河川の砂礫地が水辺を歩きながら採食する種にとっては良好な採食環境になる<sup>53)</sup>と言われており、緩衝帯の存在によって陸地で休息や採餌を行なうカルガモやセグロセキレイ、ハクセキレイ (*Motacilla alba* Linnaeus, 1758) といった種が出現し、全体の種多様度の向上に貢献していることが考えられた。芝生に関しては、キジバト (*Streptopelia orientalis* Latham, 1790) やハシボソガラスが開けた空間での採餌を好む<sup>20)</sup>ことから、このような結果になったと考えられる。さらに、一般道路がこれらの種の出現の妨げになっている可能性も示唆された。正準判別分析による判別率の中

率は A のみ 90.00%と高い値を示したが、TWINSpan における分類の指標種ともなっているカルガモやセグロセキレイは、特に方形区内の土地被覆が出現する際の要因となっていることが考えられた。判別の中率が 66.67%と次いで高かった C に着目すると、TWINSpan の分類の際の指標種はメジロであり、正準判別分析の結果から、一般道路の面積割合が比較的高いことが考えられた。メジロは樹林性の鳥類として分類されており<sup>26, 72, 112</sup>、道路に付随した街路樹や沿道植栽を利用している可能性が考えられた。また、B と D に関してはいずれも判別の中率が低い値を示した。

重回帰分析の結果、繁殖期の鳥類の種多様度に高木が正の影響を与えており、一般道路が負の影響を与えている結果が得られた。また、種数に対して高木と低木、芝生が正の影響を与えている結果が得られた。越冬期と同様に多様度指数の  $R^2$  が低い値を示したが、これはスズメの出現した個体数が過剰に多かったためと考えられる。繁殖期における TWINSpan と正準判別分析の結果、判別の中率はいずれのグループでも 7 割以上になった。判別の中率が比較的高かった E と F において、落葉樹の高木や常緑樹の垂高木、芝生等の被覆割合が高く、中層以上の建築物の被覆割合が低いとハシボソガラスやヒヨドリが多く出現する傾向がみられた。これらの傾向は第 1 群のキジバトとアオサギ(*Ardea cinerea* Linnaeus, 1758)、シジュウカラ、ツバメ(*Hirundo rustica* Linnaeus, 1848)でも同様であった。樹上営巣する種に関しては、大阪市内の都市公園や河川敷等において繁殖が確認されており<sup>113</sup>、これらの鳥類が営巣のために樹木のある空間を利用している可能性が推察された。また、草本が多く含まれた F では D と H' の両方の平均値が低く、これは草本が被覆されている空間においてスズメが多く出現しているからであると考えられる。

以上に示したように、越冬期の重回帰分析のいずれのモデルにおいても  $R^2$  が低い値を示した。また、越冬期では繁殖期と比較すると、正準判別分析の判別の中率が低いものが多かった。これらの結果を踏まえると、越冬期における都心部の河川緑地では、水際空間の土地被覆以外の要因も鳥類出現に関わっている可能性があると言える。繁殖期では育雛や営巣のために生息域が狭まり、越冬期と比較すると都市に飛来せずとも十分な食物を得られるため、都市に飛来する頻度が減少することが既往研究<sup>26)</sup>において言及されている。つまり、繁



殖期においては水際空間に出現する鳥類が出現する際に，土地被覆の選好性が越冬期よりも高まっており，このような結果が得られたと考えられた。



## 2-2. 大阪市大川における越冬期の鳥類出現に影響する要因

### 2-2-1. 本節の目的

前節において、都心部の河川緑地では越冬期の鳥類が水際空間の土地被覆のみならず周辺環境による影響も受けている可能性が考えられた。これを受けて本節では、都心部の河川緑地における越冬期の鳥類出現と、広域における土地被覆や周辺のパッチとの距離等による影響も含めた水際空間における土地被覆との関係性の把握を行なうことを目的とした。

### 2-2-2. 研究方法

#### (1) 研究対象地

大阪市を流れる大川の沿道空間を研究対象地とした（図 2-6）。

大川は一級河川に指定された淀川の支流のひとつで、大阪市北区と都島区をつなぐ川崎橋付近で寝屋川と合流したのち、中之島東端で北側の堂島川と南側の土佐堀川に分かれている<sup>114, 115)</sup>。大川の周辺は「大川風致地区」に指定され、毛馬桜ノ宮公園を始めとして植栽が施された空間であり、緑の少ない大阪市に

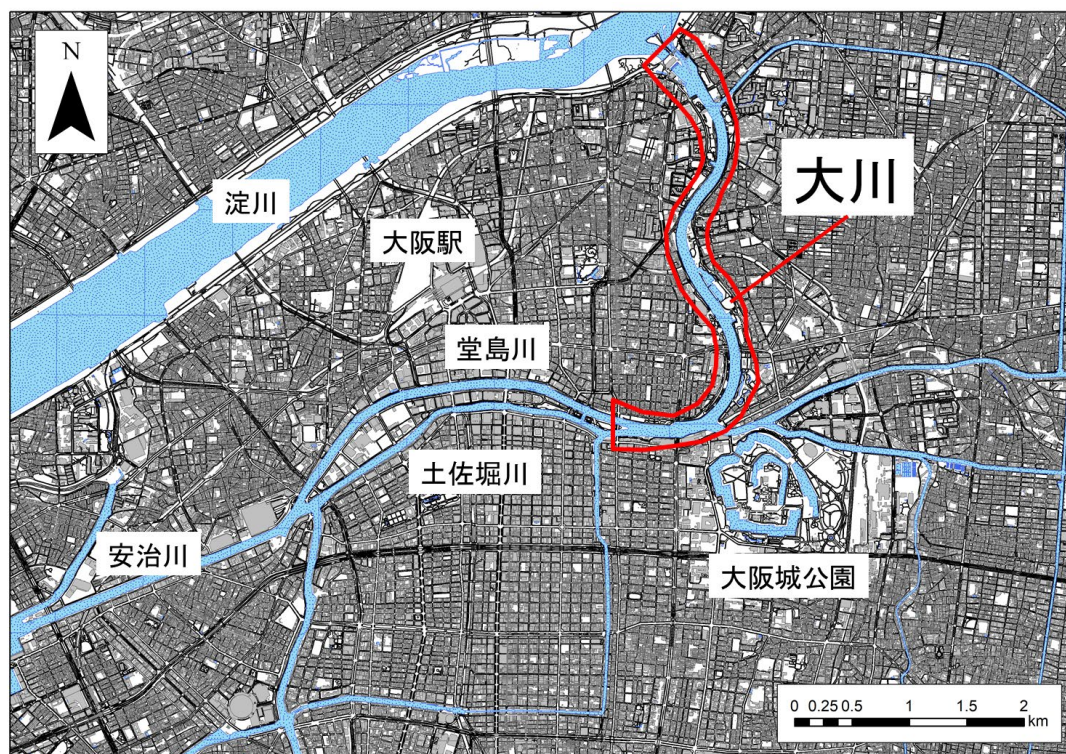


図 2-6 調査対象地

において市民の生活環境に対して，うるおいを与える緑の保存と整備が図られている<sup>116, 117)</sup>。また，大川の北側に淀川，南東側に大阪城公園が位置し，東側と西側には住宅地が，南西側には中之島を中心とした商業地域が広がり，東西方向にも南北方向にも多様な土地利用が確保されている。なお，大川は中之島と比較して水際空間における高層建築物の割合が比較的少なく，南北に形態の異なるパッチが位置している特徴を有している。このことから，水際空間の土地被覆のみならず周辺の広域的なスケールにおける土地被覆や周辺に位置するパッチとの距離といった要因が，越冬期の鳥類出現に影響しているのかを把握できる調査適地であると判断した。



写真 2-7 大川西岸（南部）



写真 2-8 大川西岸（南部）



写真 2-9 大川東岸（中央部）



写真 2-10 大川東岸（北部）



写真 2-11 大川西岸（北部）



写真 2-12 大川西岸（中央部）

## (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については国土地理院の基盤地図情報をもとに GIS を用いて作成した (図 2-7)。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>72)</sup>を参考に、調査ルートを中心に 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 社製) である。

## (3) 方形区内の土地被覆の把握

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把握するために現地踏査を



図 2-7 調査ルートと方形区の作成

行なった。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。本研究で観測・設定した土地被覆を表 2-10 にまとめた。

植栽の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。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（道路や広場等）、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や衛星画像（SPOT 7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

表 2-10 方形区内の土地被覆

方形区内の土地被覆		備考	
樹木 (X)	高木 (A)	常緑樹高木 (a)	高木：8m 以上 亜高木：2～8m 低木：0.5～2m
		落葉樹高木 (d)	
	亜高木 (B)	常緑樹亜高木 (b)	
		落葉樹亜高木 (e)	
	低木 (C)	常緑樹低木 (c)	
		落葉樹低木 (f)	
非舗装地 (g)		舗装のされていない、グラウンド以外の草本類が生育する余地のある空間	
道路 (r)			
建築物 (bu)			
開放水域 (w)			
緩衝帯 (wf)		水域と陸域が分散されていないコンクリート等で被覆された空間	
水際植生 (wfp)		緩衝帯の水涯線沿いの半径 2m 圏内に存在する非舗装地	
水涯線の長さ (s)		水際部分の湾曲の指標	

※表中の括弧内のアルファベットの命名規則は任意であり、表 2-16 の略称と連動している。

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。

#### (4) 方形区周辺の環境条件の設定

方形区周辺の環境条件として設定した項目を表 2-11 にまとめた。方形区周辺の環境条件は大きく分けて、広域的なスケールにおける土地被覆と、大川周辺に位置するパッチとの距離とした。

広域的なスケールにおける土地被覆は、91個の方形区の中心から発生させた半径 100m と 200m, 300m, 400m, 500m のバッファ内における緑被率と建築物の被覆割合、開放水域の被覆割合とした。なお、緑被率は正規化差植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index, 以下, NDVI) を衛星画像により算出し、各バッファ内の NDVI の平均値を緑被率とみなした。

大川に周辺に位置するパッチとの距離について、大川周辺で鳥類生息地として考えられる緑地をパッチとして考え、淀川(周辺の河川)と大阪城公園<sup>90)</sup>(周辺の樹林地)に着目した。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) 鳥類調査

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>95)</sup>を用いた。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。なお、前節においてドバトは外来種であるため観測からは除外したが、調査対象地において幅広く分布しており、他の種との関わりも考えられたため、本節以降はドバトも観測対象とした。

#### (6) 分析方法



鳥類出現に関わる要因を把握するために、GLMM のモデル選択を用いた分析を実施した。GLMM の応答変数には、鳥類の種ごとの個体数（8回の調査の合計）、説明変数には、表 2-10, 2-11 に示した方形区内の土地被覆と方形区周辺の環境条件の全てを適用した。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等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。なお、変数の分散安定化のために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。出現頻度が比較的高い種についてはポアソン分布を仮定してロジットリンク関数を設定した。また、出現頻度が低い種については 0, 1 の在不在データに変換した後に、二項分布を仮定して対数リンク関数を設定した。

GLMM に投入する説明変数は、100~500m 圏内の NDVI・建築物等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)<sup>118)</sup> のパッケージ `glmmML`<sup>119)</sup> を用い、総当たりの変数選択は R のパッケージ

表 2-11 方形区周辺の環境条件の設定

方形区周辺の環境条件		備考
緑被率	100m (n1)	各スケールのバッファ内の NDVI 平均値
	200m (n2)	
	300m (n3)	
	400m (n4)	
	500m (n5)	
広域的なスケールにおける土地被覆	建築物	各スケールのバッファ内に占める面積割合 (%)
	100m (b1)	
	200m (b2)	
	300m (b3)	
	400m (b4)	
500m (b5)		
開放水域	100m (w1)	各スケールのバッファ内に占める面積割合 (%)
	200m (w2)	
	300m (w3)	
	400m (w4)	
	500m (w5)	
大川周辺に位置するパッチとの距離	樹林地までの距離 (m)	直線距離 (o1)
		河川に沿った距離 (o2)
	河川までの距離 (m)	直線距離 (y1)
		河川に沿った距離 (y2)

※表中の括弧内のアルファベットの命名規則は任意であり、表 2-16 の略称と連動している。

MuMin<sup>120)</sup>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 をそれぞれ使用した。

### 2-2-3. 結果

#### (1) 方形区内の土地被覆及び周辺的环境条件

全 91 個の方形区内に作成した各土地被覆の面積割合の平均値と標準偏差は表 2-12 に示した。植栽についてみると、高さや常緑・落葉を加味しない全ての樹木の被覆割合の平均値は、方形区全体の 18.36% を占めた。その内訳は、高木が 3.43%、亜高木が 9.23%、低木が 5.70% であり、常緑樹高木が 1.76%、落葉樹高木が 1.67%、常緑樹亜高木が 1.63%、落葉樹亜高木が 7.60%、常緑樹低木が 2.75%、落葉樹低木が 2.95% であった。陸域における植栽以外の各土地被覆の平均値は、非舗装地が 24.51%、舗装地が 26.67%、建築物が 10.16% を占めた。水域の土地被覆の平均値は、開放水域が 24.94%、緩衝帯が 1.47% を占めた。水際植生について方形区全 91 個中 3 個でのみ確認され、平均値は非常に低い値を示した。また、水際線の長さの平均値は 118.94m であった。

方形区周辺的环境条件の平均値と標準偏差は表 2-13 に示した。100m 圏内から 500m 圏内の各スケールの緩衝帯（バッファ）内に占める NDVI の平均値は、100m 圏内が 0.21、200m 圏内が 0.21、300m 圏内が 0.20、400m 圏内が 0.18、500m 圏内が 0.17 であり、いずれも低い値を示し、バッファのスケールが大きくなるほど NDVI の値が小さくなる傾向であった。100m 圏内から 500m 圏内の各スケールのバッファ内に占める建築物の面積割合の平均値は、100m 圏内が 11.96%、200m 圏内が 15.85%、300m 圏内が 20.16%、400m 圏内が 23.33%、500m 圏内が 25.24% であり、NDVI の平均値とは対照的にバッファのスケールが大きくなるほど建築物の面積割合が大きくなる傾向を示した。100m 圏内から 500m 圏内の各スケールのバッファ内に占める開放水域の面積割合の平均値は、100m 圏内が 33.44%、200m 圏内が 22.20%、300m 圏内が 14.65%、400m 圏内が 18.24%、500m 圏内が 12.10% であった。

周辺の樹林地として設定した大阪城公園までの距離は、直線距離の平均値が 1671.60m であり、大川に沿った距離の平均値が 2614.13m であった。また、周辺の河川として設定した淀川までの距離は、直線距離の平均値が 1838.55m であり、大川に沿った距離の平均値が 2490.73m であった。

表 2-12 方形区内の土地被覆の平均値と標準偏差

	樹木	高木	亜高木	低木		
平均値 (%)	18.36	3.43	9.23	5.70		
標準偏差 (%)	10.92	4.84	7.02	4.87		

	常緑樹 高木	落葉樹 高木	常緑樹 亜高木	落葉樹 亜高木	常緑樹 低木	落葉樹 低木
平均値 (%)	1.76	1.67	1.63	7.60	2.75	2.95
標準偏差 (%)	2.58	2.93	1.88	6.95	2.80	3.65

	非舗装地	舗装地	建築物	開放水域	緩衝帯	水際植生
平均値 (%)	24.51	26.67	10.16	24.94	1.47	0.00
標準偏差 (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

	水際線の長さ
平均値 (m)	118.94
標準偏差 (m)	60.29

表 2-13 方形区周辺の環境条件の平均値と標準偏差

	NDVI _100m 圏内	NDVI _200m 圏内	NDVI _300m 圏内	NDVI _400m 圏内	NDVI _500m 圏内
平均	0.21	0.21	0.20	0.18	0.17
標準偏差	0.13	0.10	0.08	0.11	0.13

	建築物 _100m 圏内	建築物 _200m 圏内	建築物 _300m 圏内	建築物 _400m 圏内	建築物 _500m 圏内
平均 (%)	11.96	15.85	20.16	23.33	25.24
標準偏差 (%)	8.58	5.23	4.61	4.77	5.04

	開放水域 _100m 圏内	開放水域 _200m 圏内	開放水域 _300m 圏内	開放水域 _400m 圏内	開放水域 _500m 圏内
平均 (%)	33.44	22.20	14.65	18.24	12.10
標準偏差 (%)	10.96	3.99	6.09	4.76	5.53

	大阪城公園 までの 直線距離	大阪城公園 までの 大川に 沿った距離	淀川までの 直線距離	淀川までの大川に沿った距離
平均 (m)	1671.60	2614.13	1838.55	2490.73
標準偏差 (m)	1000.07	1150.19	1045.85	1345.42

## (2) 鳥類調査

鳥類調査の結果は表 2-14 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。

最も多く出現したのはスズメ (1,628 羽) であり、次いでドバト (961 羽) やヒヨドリ (759 羽)、ムクドリ (442 羽)、ツグミ (416 羽)、ハクセキレイ (329 羽) 等の種が多く確認された。河川沿いを対象地としたためにオオバン (*Fulica atra* Linnaeus, 1758) (187 羽) やホシハジロ (164 羽)、キンクロハジロ (101 羽)、ヒドリガモ (90 羽)、マガモ (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758) (79 羽) 等の水上で生息する種、並びにユリカモメ (418 羽) やカワウ (130 羽) 等の河川を移動手段として用いる種等も確認された。さらに、少数ではあるもののまた、コゲラ (15 羽) やカワセミ (3 羽)、イソヒヨドリ (3 羽) 等の種も確認された。

全方形区数に占める各種が出現した方形区数の割合 (出現頻度) は表 2-15 に示した。陸域に生息するスズメ (出現頻度: 96.70%) やドバト (出現頻度: 83.52%)、ヒヨドリ (出現頻度: 82.42%)、ムクドリ (出現頻度: 72.53%)、ツグミ (出現頻度: 59.34%) といった種は出現個体数が多く出現頻度が高い結果が得られた。対照的に、ユリカモメ (出現頻度: 29.67%) やホシハジロ (出現頻度: 12.09%)、ヒドリガモ (出現頻度: 7.69%)、キンクロハジロ (出現頻度: 4.40%) 等の主に水上に生息する種は出現個体数が多いものの出現頻度が低い結果が得られた。

表 2-14 鳥類調査結果

目	科	種名	学名	個体数(羽)
カモ	カモ	マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus,1758	79
		カルガモ	<i>Anas zonorhyncha</i> Swinhoe,1866	51
		コガモ	<i>Anas crecca</i> Linnaeus,1758	3
		ヒドリガモ	<i>Anas penelope</i> Linnaeus,1758	90
		ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i> Linnaeus,1758	164
		キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i> Linnaeus,1758	101
		カワアイサ	<i>Mergus merganser</i> Linnaeus,1758	6
ハト	ハト	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i> Latham,1790	63
		ドバト	<i>Columba livia</i> Gmelin,1789	961
カツオドリ	ウ	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i> Linnaeus,1758	130
ペリカン	サギ	アオサギ	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus,1758	14
		コサギ	<i>Egretta garzetta</i> Linnaeus,1766	9
ツル	クイナ	オオバン	<i>Fulica atra</i> Linnaeus,1758	187
チドリ	チドリ	ケリ	<i>Vanellus cinereus</i> Blyth,1842	3
		シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus,1758	2
	カモメ	ユリカモメ	<i>Larus ridibundus</i> Linnaeus,1766	418
		カモメ	<i>Larus canus</i> Linnaeus,1758	24
ブッポウソウ	カワセミ	カワセミ	<i>Alcedo atthis</i> Linnaeus,1758	3
キツツキ	キツツキ	コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i> Temminck,1836	15
		モズ	モズ	<i>Lanius bucephalus</i> Temminck & Schlegel,1845
スズメ	カラス	ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i> Linnaeus,1758	164
		ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i> Wagler,1827	335
	シジュウカラ	シジュウカラ	<i>Parus minor</i> Temminck & Schlegel,1848	126
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i> Temminck,1830	759
	ウグイス	ウグイス	<i>Cettia diphone</i> Kittlitz,1830	18
	メジロ	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i> Temminck & Schlegel,1845	46
	ムクドリ	ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i> Temminck,1835	442
	ヒタキ	シロハラ	<i>Turdus pallidus</i> Gmelin,1789	72
		ツグミ	<i>Turdus naumanni</i> Temminck,1820	416
		ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureus</i> Pallas,1776	43
		イソヒヨドリ	<i>Monticola solitarius</i> Linnaeus,1758	3
	スズメ	スズメ	<i>Passer montanus</i> Linnaeus,1758	1,628
	セキレイ	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus,1758	329
セグロセキレイ		<i>Motacilla grandis</i> Sharpe,1885	23	
アトリ	カワラヒワ	<i>Chloris sinica</i> Linnaeus,1766	5	
合計				6,816

表 2-15 鳥類の出現頻度

出現方形区数が 10 個以上の種				出現方形区数が 10 個未満の種			
種名	個体数 (羽)	出現 方形区数 (個)	出現 頻度 (%)	種名	個体数 (羽)	出現 方形区数 (個)	出現 頻度 (%)
スズメ	1628	88	96.70	ヒドリガモ	90	7	7.69
ドバト	961	76	83.52	キンクロハジロ	101	4	4.40
ヒヨドリ	759	75	82.42	カワアイサ	6	4	4.40
ムクドリ	442	66	72.53	カモメ	24	4	4.40
ツグミ	416	54	59.34	コゲラ	15	4	4.40
ハクセキレイ	329	54	59.34	カワラヒワ	5	3	3.30
ハシブトガラス	335	44	48.35	アオサギ	14	2	2.20
ハシボソガラス	164	42	46.15	ウグイス	18	2	2.20
カワウ	130	36	39.56	イソヒヨドリ	3	2	2.20
モズ	84	30	32.97	セグロセキレイ	23	2	2.20
オオバン	187	29	31.87	コガモ	3	1	1.10
ユリカモメ	418	27	29.67	コサギ	9	1	1.10
シジュウカラ	126	25	27.47	ケリ	3	1	1.10
シロハラ	72	24	26.37	シロチドリ	2	1	1.10
メジロ	46	18	19.78	カワセミ	3	1	1.10
キジバト	63	15	16.48				
マガモ	79	11	12.09				
ホシハジロ	164	11	12.09				
ジョウビタキ	43	11	12.09				
カルガモ	51	10	10.99				

### (3) GLMM のモデル選択

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は表 2-16 に示した。ベストモデルが得られ、方形区内の土地被覆、及び方形区周辺の環境条件と有意な関係性を示した種は、出現頻度が高い順にスズメとドバト、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、メジロ、オオバン、ユリカモメ、シジュウカラ、シロハラ (*Turdus pallidus* Gmelin, 1789)、モズ (*Lanius bucephalus* Temminck & Schlegel, 1845)、ジョウビタキ、マガモ、ホシハジロ、カルガモであった。合計個体数の素データを用いてポアソン分布を仮定して結果が得られた種は、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、モズといった主に出現頻度が高い種であった。また、素データを 0, 1 の在・不在データに変換した後に二項分布を仮定して結果が得られた種はメジロとオオバン、ユリカモメ、シロハラ、シジュウカラ、ジョウビタキ (*Phoenicurus aureus* Pallas, 1776)、マガモ、ホシハジロ、カルガモといった主に出現頻度が低い種であった。

各種によって出現に関わる要因については異なる結果が得られたが、方形区

内の土地被覆とのみ有意な関係性を示したのは、シロハラのみであった。その他の種については、方形区内の土地被覆と方形区周辺の環境条件の両方が出現に関わっていることが明らかになった。

以下に各種ごとのベストモデルについて記述する。括弧内の数値は最尤推定値である。なお、周辺の樹林地である大阪城公園と周辺の河川である淀川までの距離は、互いに強い負の相関を示したため、淀川までの距離から正の影響を受けた種は大阪城公園に近い空間を選好し、大阪城公園までの距離から正の影響を受けた種は淀川に近い空間を選好すると解釈した。

スズメの個体数は、常緑樹低木の面積割合(0.07)と水際線の長さ(0.22)から正の影響を、常緑樹高木の面積割合(-0.03)と落葉樹低木の面積割合(-0.04)、100m圏内の開放水域の面積割合(-0.03)から負の影響を受けており、AICの値は335.50であった。スズメの出現頻度は96.70%とほとんどすべての方形区において出現したため、これらの環境要因は出現の有無ではなく出現する個体数の多少に影響を与えていると解釈できた。

ドバトの個体数は、常緑樹高木(0.06)の面積割合と100m圏内の開放水域の面積割合(0.03)から正の影響を、常緑樹亜高木の面積割合(-0.07)と100m圏内の建築物の面積割合(-0.04)から負の影響を受けており、AICの値は312.70であった。ドバトもスズメと同様に出現頻度が比較的高い(83.52%)種であったことから、ドバトは開放的な空間や周囲からの視認性の低い常緑樹の高木が植栽された空間において、個体数が増加する傾向が確認できた。

ヒヨドリの個体数は、常緑樹高木の面積割合(0.05)と常緑樹亜高木の面積割合(0.04)、落葉樹亜高木の面積割合(0.03)から正の影響を、300m圏内の建築物の面積割合(-0.15)と400m圏内の開放水域の面積割合(-0.10)から負の影響を受けており、AICの値は269.60であった。ヒヨドリは主に高木・亜高木層を選好し、人工物や開放的な空間を避ける傾向が示された。

ムクドリの個体数は、樹木の面積割合(0.07)と大阪城公園までの直線距離(1.03)から正の影響を、水際線の長さ(-0.26)と100m圏内の建築物の面積割合(-0.06)から負の影響を受けており、AICの値は213.40であった。ムクドリは淀川に近い空間や樹木による被覆が多い空間を選好し、建築物や複雑な形状の水際を有する空間を避ける傾向にあることが確認された。



ツグミの個体数は、非舗装地の面積割合（0.08）から正の影響を、淀川までの大川に沿った距離（-0.62）から負の影響を受けており、AICの値は238.30であった。ツグミは淀川に近い空間や草本類の被覆する空間を選好する結果が得られた。

ハクセキレイの個体数は、非舗装地の面積割合（0.06）と舗装地の面積割合（0.06）、開放水域の面積割合（0.05）から正の影響を、100m圏内の建築物の面積割合（-0.05）と大阪城公園までの直線距離（-0.38）から負の影響を受けており、AICの値は228.10であった。ハクセキレイは舗装の有無に関わらない開放的な空間や大阪城公園に近い空間を選好し、建築物の多い空間を避ける傾向が確認された。

ハシブトガラスの個体数は、常緑樹高木の面積割合（0.06）と舗装地の面積割合（0.07）、水際線の長さ（0.74）、400m圏内のNDVI平均値（0.22）、500m圏内の建築物の面積割合（0.22）から正の影響を、落葉樹低木の面積割合（-0.08）から負の影響を受けておりAICの値は215.60であった。ハシブトガラスは多くの土地被覆から正の影響を受けており、他の種と比較して特徴的なのは、建築物が広域的に建ち並ぶ空間を選好するという結果であった。

ハシボソガラスの個体数は、常緑樹高木の面積割合（0.10）と常緑樹亜高木の面積割合（0.09）、常緑樹低木の面積割合（0.06）、水際線の長さ（0.50）、100m圏内のNDVI平均値（0.14）、大阪城公園までの直線距離（0.93）から正の影響を、落葉樹低木の面積割合（-0.06）、200m圏内の建築物の面積割合（-0.11）から負の影響を受けており、AICの値は167.30であった。ハシボソガラスは常緑樹で被覆された空間や淀川に近い空間を選好し、建築物が建ち並ぶ空間を避ける傾向が確認された。

カワウの個体数は、水際線の長さ（1.02）から正の影響を、常緑樹亜高木の面積割合（-0.19）と300m圏内の開放水域の面積割合（-0.14）から負の影響を受けており、AICの値は159.50であった。カワウは広域的なスケールにおける開放水域が多い空間を避ける傾向や、湾曲した水際付近の空間を好む傾向が確認できた。

メジロの個体数は、落葉樹高木の面積割合（0.13）と100m圏内の開放水域の面積割合（0.09）から正の影響を、200m圏内の建築物の面積割合（-0.09）から

負の影響を受けており、AICの値は104.50であった。メジロは、周囲への見晴らしが効く落葉樹高木や、周辺の視認性が高い開放的な空間を好む結果が得られた。

オオバンの個体数は、水際線の長さ(0.97)と水際植生の面積割合(2.22)、大阪城公園までの直線距離(1.54)から正の影響を、100m圏内の建築物の面積割合(-0.11)と200m圏内の開放水域(-0.47)から負の影響を受けており、AICの値は85.70であった。オオバンは淀川に近い空間や湾曲した水際付近の空間を選好し、建築物の建ち並ぶ空間を避ける傾向が確認された。

ユリカモメの個体数は、開放水域の面積割合(0.07)と水際植生の面積割合(1.88)から正の影響を、100m圏内のNDVIの平均値(-0.17)から負の影響を受けており、AICの値は100.70であった。ユリカモメは開放水域が多く、水際植生のある空間を好む傾向にあることが確認された。

シジュウカラの個体数は、高木の面積割合(0.10)と舗装地の面積割合(0.11)、淀川までの直線距離(0.88)から正の影響を受けており、AICの値は94.26であった。シジュウカラは大阪城公園に近い空間を選好し、高木の植栽や舗装された空間に多く出現する結果が得られた。

シロハラは、樹木の面積割合(0.12)から正の影響を、舗装地の面積割合(-0.08)から負の影響を受けており、AICの値は94.07であった。シロハラは方形区周辺の環境条件とは有意な関係性を示さず、樹木による被覆がされた空間や、草本が生育する空間を選好する傾向が確認された。

モズの個体数は、非舗装地の面積割合(0.04)から正の影響を、300m圏内の建築物の面積割合(-0.27)から負の影響を受けており、AICの値は92.18であった。モズは草本が生育する空間を好み、300m圏内という比較的広範囲にわたって建築物が建ち並ぶ空間を避ける傾向が確認された。

ジョウビタキの個体数は、建築物の面積割合(0.01)と緩衝帯の面積割合(0.26)から正の影響を、100m圏内のNDVI平均値の面積割合(-0.18)と300m圏内の開放水域の面積割合(-0.09)から負の影響を受けており、AICの値は72.67であった。ジョウビタキは50m圏内の建築物が建ち並ぶ空間を選好する他、開放水域の多い空間や100m圏内の樹木による被覆が多い空間を避ける傾向が確認された。

マガモの個体数は、舗装地の面積割合（0.02）と水際線の長さ（2.88）、緩衝帯の面積割合（0.29）、500m 圏内の NDVI 平均値（0.22）から正の影響を、400m 圏内の建築物の面積割合（-0.29）、淀川までの大川に沿った距離（-1.34）から負の影響を受けており、AIC の値は 61.23 であった。マガモは主に淀川に近い空間や湾曲して緩衝帯のある水際付近、また舗装地のある空間を好み、建築物を避ける傾向が確認された。

ホシハジロの個体数は、開放水域の面積割合（0.19）から正の影響を、淀川までの大川に沿った距離（-1.99）から負の影響を受けており、AIC の値は 43.63 であった。ホシハジロは淀川付近の空間や開放水域が多い空間を選好する結果が得られた。

カルガモの個体数は、非舗装地の面積割合（0.28）と水際線の長さ（2.30）、淀川までの大川に沿った距離（7.02）から正の影響を、建築物の面積割合（-0.17）、100m 圏内の NDVI 平均値（-0.53）から負の影響を受けており、AIC の値は 40.50 であった。カルガモは大阪城公園付近の空間や草本が生育する空間、湾曲した水際付近の空間を好み、建築物や緑の多い空間を避ける傾向が確認された。

表 2-16 GLMM のモデル選択の結果

種名	最尤推定値				切片	AIC
	方形区内の土地被覆		方形区周辺の環境条件			
スズメ	-0.03 a (±0.02) -0.04 f (±0.02)	+0.07 e (±0.02) +0.22 s (±0.12)	-0.03 w1 (±0.02)		2.43 (±0.75)	335.5
ドバト	0.06 a (±0.02)	-0.07 c (±0.03)	-0.04 bu1 (±0.02)	+0.03 w1 (±0.02)	1.3 (±0.74)	312.7
ヒヨドリ	0.05 a (±0.02) +0.03 d (±0.02)	+0.04 c (±0.03)	-0.15 bu3 (±0.04)	-0.10 w4 (±0.04)	7.01 (±1.25)	269.6
ムクドリ	0.07 X (±0.02)	-0.26 s (±0.12)	-0.06 bu1 (±0.02)	+1.03 o1 (±0.19)	-5.9 (±1.86)	213.4
ツグミ	0.08 g (±0.02)		-0.62 y2 (±0.27)		2.67 (±2.18)	238.3
ハクセキレイ	0.06 g (±0.02) +0.05 w (±0.02)	+0.06 r (±0.02)	-0.05 bu1 (±0.03)	-0.38 o1 (±0.23)	-1.18 (±2.63)	228.1
ハシブトガラス	0.06 a (±0.04) +0.07 r (±0.03)	-0.08 f (±0.04) +0.74 s (±0.42)	+0.22 n4 (±0.09)	+0.22 bu5 (±0.07)	-23.35 (±6.00)	215.6
ハシボソガラス	0.10 a (±0.03) +0.06 e (±0.04) +0.50 s (±0.24)	+0.09 c (±0.04) -0.06 f (±0.03)	+0.14 n1 (±0.06) +0.93 o1 (±0.30)	-0.11 bu2 (±0.05)	-15.49 (±5.51)	167.3
カワウ	-0.19 c (±0.06)	+1.02 s (±0.56)	-0.14 w3 (±0.06)		-1.6 (±2.87)	159.5
メジロ	0.13 b (±0.05)		-0.09 bu2 (±0.06)	+0.09 w1 (±0.05)	-2.53 (±2.08)	104.5
オオバン	0.97 s (±0.64)	+2.22 wfp (±35.24)	-0.11 bu1 (±0.05) +1.54 o1 (±0.76)	-0.47 w2 (±0.22)	-1.9 (±6.60)	85.7
ユリカモメ	0.07 w (±0.03)	+1.88 wfp (±20.47)	-0.17 n1 (±0.09)		5.64 (±4.30)	100.7
シジュウカラ	0.10 A (±0.05)	+0.11 r (±0.05)	+0.88 y1 (±0.56)		-12.04 (±5.17)	94.26
シロハラ	0.12 X (±0.06)	-0.08 r (±0.04)			-2.06 (±1.62)	94.07
モズ	0.04 g (±0.03)		-0.27 bu3 (±0.13)		3.23 (±3.72)	92.18
ジョウビタキ	0.01 bu (±0.04)	+0.26 wf (±0.18)	-0.18 n1 (±0.13)	-0.09 w3 (±0.10)	8.5 (±6.96)	72.67
マガモ	0.02 r (±0.05) +0.29 wf (±0.19)	+2.88 s (±1.15)	+0.22 n5 (±0.14) -1.34 y2 (±0.69)	-0.29 bu4 (±0.18)	-9.8 (±13.90)	61.23
ホシハジロ	0.19 w (±0.05)		-1.99 y2 (±0.69)		6.55 (±4.55)	43.63
カルガモ	0.28 g (±0.10) +2.30 s (±1.58)	-0.17 bu (±0.10)	-0.53 n1 (±0.25)	+7.02 y2 (±2.90)	-49.11 (±23.09)	40.5

※説明変数凡例：

X = 樹木, A = 高木, B = 亜高木, C = 低木, a = 常緑樹高木, b = 落葉樹高木, c = 常緑樹亜高木, d = 落葉樹亜高木, e = 常緑樹低木, f = 落葉樹低木, g = 非舗装地, r = 舗装地, bu = 建築物 (方形区内), w = 開放水域, wf = 緩衝帯, wfp = 水際植生, s = 水際線の長さ, n1 ~ n5 = 100m ~ 500m 圏内の NDVI 平均値, bu1 ~ bu5 = 100m ~ 500m 圏内の建築物の面積割合, w1 ~ w5 = 100m ~ 500m 圏内の開放水域の面積割合, o1 = 大阪城公園までの直線距離, o2 = 大阪城公園までの大川に沿った距離, y1 = 淀川までの直線距離, y2 = 淀川までの大川に沿った距離  
 ※括弧内の数字は標準誤差, 解析に使用した方形区数は 91 個。

#### 2-2-4. 考察

GLMM のモデル選択の結果，都心部の河川緑地における越冬期の鳥類は，方形区内の土地被覆のみならず周辺の環境条件とも関わりがあることが明らかになった。都市の河川における既往研究をみると，河川改修によって出現する鳥類相に変化がみられたという報告<sup>59)</sup>や，人や車の侵入，給餌といった人為的な要因が越冬期の水鳥に影響を及ぼすという報告<sup>58)</sup>，都市の河川緑地は山野性鳥類の生息地としても機能しており，河川緑地における鳥類の種組成は周辺環境からの影響も受けている可能性があるという報告<sup>52)</sup>等がみられる。これらの知見を踏まえると，都市の河川緑地における鳥類出現には様々な要因が関わっていることがわかる。本節の結果からは，都心部の河川緑地においても種によって出現に関わる要因は異なり，複数の要因が組み合わさって各種の出現に影響していることが明らかになった。以下では，比較的共通して各種の出現に影響を及ぼしていた要因について考察する。

樹木に類する各項目の被覆割合は，多くの種に対して正の関係性を示した。また，方形区内の草本の生育環境である非舗装地の面積割合は，ツグミやハクセキレイ，モズ，カルガモといった昆虫等を採食する種<sup>93, 94, 111)</sup>の個体数に正の影響を示した。

植生構造が鳥類の出現種数に影響を与えることは，既往研究<sup>44, 45, 121)</sup>で報告されているが，特に，モズやカルガモは出現頻度が比較的低いため，下層植生が都市緑地の鳥類の種多様性を高めるという既往研究の報告<sup>44, 45, 121)</sup>と一致する結果が得られた。建築物が密集する都心部において，草本被覆地は樹木の植栽された空間よりも稀有な環境であるため，昆虫等を主に採食するこれらの種は出現頻度が比較的低い結果を示したことが考えられた。

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，オオバン（100m 圏内），ハシボソガラス，メジロ（200m 圏内），ヒヨドリ，モズ（300m 圏内），マガモ（400m 圏内）の個体数にそれぞれ負の影響を示した。既往研究<sup>122)</sup>と同様に，人工物の面積割合が多く種の個体数に負の影響を示す結果が得られた。特に，マガモやモズ，メジロといった出現頻度の比較的低い種は，ドバトやムクドリ，ハクセキレイといった出現頻度の比較的高い種よりも広域的な空間内の建築物から負の影響を受けている結果が得られた。この結果から，

都心部の河川緑地における出現頻度が低い傾向を示した種は、建築物が建ち並ぶ空間において、その順応の度合いが低いと示唆された。建築物や舗装地といった人工的な土地被覆が多く種の負の影響を示す一方で、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、マガモの個体数に、方形区内の建築物の面積割合はジョウビタキの個体数に、500m 圏内の建築物の面積割合はハシブトガラスの個体数にそれぞれ正の影響を示した。

ハクセキレイは水辺で採食し<sup>55)</sup>、非舗装地や開放水域からも正の影響を受けたことから、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おいて市街地への選好性が高まり<sup>123)</sup>、生ゴミの多い繁華街等に多く出現するという報告<sup>124)</sup>がみられたこと、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たことから、建築物が密集する都心部を利用して生息している可能性が示唆された。

シジュウカラについては交通量の多い道路を避けるという報告<sup>125, 126)</sup>や、越冬期に河川や都市への選好性が増加するという報告<sup>127)</sup>がある。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を占めており、中でも大阪城公園付近の舗装地は広場のような開けた空間が多かったことから、大阪城公園との近接性と併せて舗装地が選ばれたと考えられた。

水面採食性のマガモは人や車等の人為攪乱を避けて休息する傾向にあるという報告<sup>58)</sup>がある。本研究では水際線の長さや緩衝帯、淀川への近接性もマガモの個体数に正の影響をおよぼす要因として選出され、淀川に近い空間における水際付近は人が立ち入れない護岸の空間が多かった。このことから、水際から陸域方向への延長線上にある舗装地が、休息のための空間として用いら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等の建築物に営巣するという報告<sup>128)</sup>がある。本研究では100m 圏内のNDVIや300m 圏内の開放水域の面積割合がジョウビタキの個体数に負の影響を示しており、都心部の河川緑地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。

さらに、周辺に位置するパッチとの距離については、開放的な空間の地上で採餌を行なうムクドリとハシボソガラス、ツグミ<sup>93, 94, 111)</sup>や、主に水上で採食するオオバンとマガモ、ホシハジロが淀川に近い空間に多く出現する結果が得

られた。また、樹上で昆虫等を捕食するシジュウカラ<sup>93, 94, 111)</sup>や、開放的な空間への選好性が考えられるハクセキレイ、水上のみならず地上でも採食するカルガモが大阪城公園に近い空間に多く出現する結果が得られた。南北に流れる大川は、淀川と大阪城公園との間に位置する空間であり、これらのパッチ同士をつなぐコリドーとして機能する可能性がある空間である。本節におけるGLMMの結果からは、周辺のパッチに近い河川緑地の空間における土地被覆の整備によっては、一部の種の往来が活発になる可能性も推察される。例えば、淀川のような周辺の河川に近い河川緑地の空間では、オオバンやマガモ、ホシハジロといった水鳥と正の関係性を示したような水際部分において湾曲や植栽を施す等の整備をすることで、これらの種の個体数が増加すると考えられる。さらに地上部分においては、ムクドリやハシボソガラス、ツグミといった種と正の関係性を示した樹木による植栽や非舗装地の整備等が、これらの種の個体数を増加させると考えられよう。同様に、大阪城公園のような周辺の樹林地に近い河川緑地の空間においては、シジュウカラが選好する高木植栽や、ハクセキレイとカルガモが選好するような地上部分の非舗装地の整備をすることで、これらの種の個体数が増加することも推察される。

以上に示したように、都心部の河川緑地としての大川における越冬期の鳥類出現に対し、水際空間の土地被覆を含む様々な要因が関わっていることが明らかになった。都心部の河川緑地における鳥類の多様性を高めるためには、近傍に位置するパッチの形態に応じた土地被覆の整備が有効であることが明らかになった。

### 2-3. 第2章のまとめ

本章では、鳥類調査や現地調査、衛星画像の利用によって収集したデータを用いた多変量解析によって、大阪市都心部の河川緑地における鳥類出現に影響する要因を分析した。

第1節(2-1)では、河川沿いの圍繞景観を「水際空間」と定義して、水際空間における鳥類出現と土地被覆との関係性を把握することを目的とした。大阪市都心部に位置する中之島を対象地として、越冬期と繁殖期に鳥類調査を実施した。その結果、越冬期には7目15科26種3,377羽の鳥類が確認された。確認された鳥類のうち、最も多くの個体数が確認された種はユリカモメの1,116羽であり、続いてスズメが820羽、ヒヨドリが323羽、カワウが195羽、カルガモが159羽であった。ユリカモメについては調査中に餌付けが確認されており、都心部では鳥類出現に対して人為的な影響が強くみられることが示されたと言える。繁殖期の鳥類調査の結果では、5目12科14種1,757羽の鳥類が確認された。確認された鳥類のうち、最も多く確認されたのがスズメの1,350羽であり、続いてムクドリが127羽、カワウが67羽、ハシブトガラスが47羽であった。越冬期と比較すると種数・個体数ともに繁殖期の方が少なく、スズメの個体数が全体の7割以上を占めていた。越冬期と繁殖期で比較すると、樹林性鳥類であるメジロや冬鳥であるコガモやヒドリガモ、ホシハジロ、メジロガモ、ジョウビタキ、ツグミが越冬期においてのみ出現し、これによって越冬期の方が出現種数が多い結果が得られた。

重回帰分析及びTWINSpanと正準判別分析の結果からは、越冬期よりも繁殖期の方が鳥類出現と水際空間における土地被覆との間に有意な関係性が確認された。これは、越冬期において水際空間の土地被覆以外の要因も鳥類出現に関わっているために得られた結果であると考えられた。また、TWINSpanと正準判別分析による結果からは、越冬期ではカルガモやヒドリガモ、ホシハジロといった水辺性鳥類が含まれるグループが最も判別の中率が高い結果が得られた。この結果から、都心部の河川緑地は越冬期における水辺性鳥類の生息空間としても機能していることが考えられた。

第1節で明らかになった点を踏まえて、第2節(2-2)では都心部の河川緑地における越冬期の鳥類出現に関わる要因を把握するため、広域的なスケールに



おける土地被覆や周辺に位置するパッチとの距離といった要因も含めて分析を実施した。鳥類調査は大川の沿道空間を対象として実施し、周辺に位置する大規模緑地との近接性を含む環境要因を説明変数とした GLMM のモデル選択によって、種ごとの出現に関わる要因について分析を実施した。鳥類調査を実施した結果は、9 目 20 科 35 種 6,816 羽の鳥類が確認された。最も多く出現したのはスズメの 1,628 羽であり、次いでドバトが 961 羽、ヒヨドリが 759 羽、ムクドリが 442 羽、ツグミが 416 羽、ハクセキレイが 329 羽確認された。GLMM によるモデル選択の結果によって、水際空間における土地被覆のみならず、広域的なスケールにおける土地被覆や周辺に位置するパッチとの近接性が鳥類出現に関わっていることが明らかになった。加えて、種ごとに出現に関わる要因は異なり、越冬期の河川緑地における鳥類出現は近傍に位置するパッチの存在や建築物の存在等様々な要因が影響していることが明らかになった。



### 第3章 大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因

本章では，鳥類調査や衛星画像の利用によって得られたデータを用いた統計解析によって，大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に影響する要因を分析した。明らかにした。第1節(3-1)では，大阪市都心部の小規模な都市公園において，都市の環境に順応していると考えられる都市型鳥類の分布の範囲や集中・ばらつきの度合い等の特徴を把握した。第2節(3-2)では，どのような種が小規模な都市公園のマトリクスにおける緑被率から影響を受けているのかを明らかにした。

#### 3-1. 小規模な都市公園における都市型鳥類の分布の傾向

##### 3-1-1. 本節の目的

本節では，大阪市都心部の都市公園を対象として，都市の環境に順応していると考えられる都市型鳥類の分布の範囲や集中・ばらつきの度合い等の特徴を把握することを目的とした。

##### 3-1-2. 研究方法

###### (1) 研究対象地

研究対象地は，図3-1に示したように北区と福島区，西区，中央区，浪速区，天王寺区，及び大正区と東成区，生野区の一部の範囲内の都心部とし，鳥類調査を実施するにあたって，開設面積が2ha以下の都市公園を調査対象地とした。その理由として，都市公園は都心部において比較的安定して鳥類が出現すると考えられる緑地であり，なおかつサンプリングが実施しやすく，小規模であるために単位時間あたりの鳥類の出現個体数のデータを得るうえで調査の実施が比較的容易だと判断されたためである。

調査対象とする都市公園について，調査範囲内からGISを用いてサンプリングを実施した。国土地理院が提供している国土数値情報の都市公園データを用いて，範囲内に位置する2ha以下の開設面積を有する都市公園を調査対象として抽出した。その際，公園の形状をある程度統一するために河川沿いの公園等

線状の公園については調査地から除外し、最終的に 130 箇所 of 都市公園を調査対象地とした。GIS は ESRI 社の Arc Map ver.10.7 を使用した。

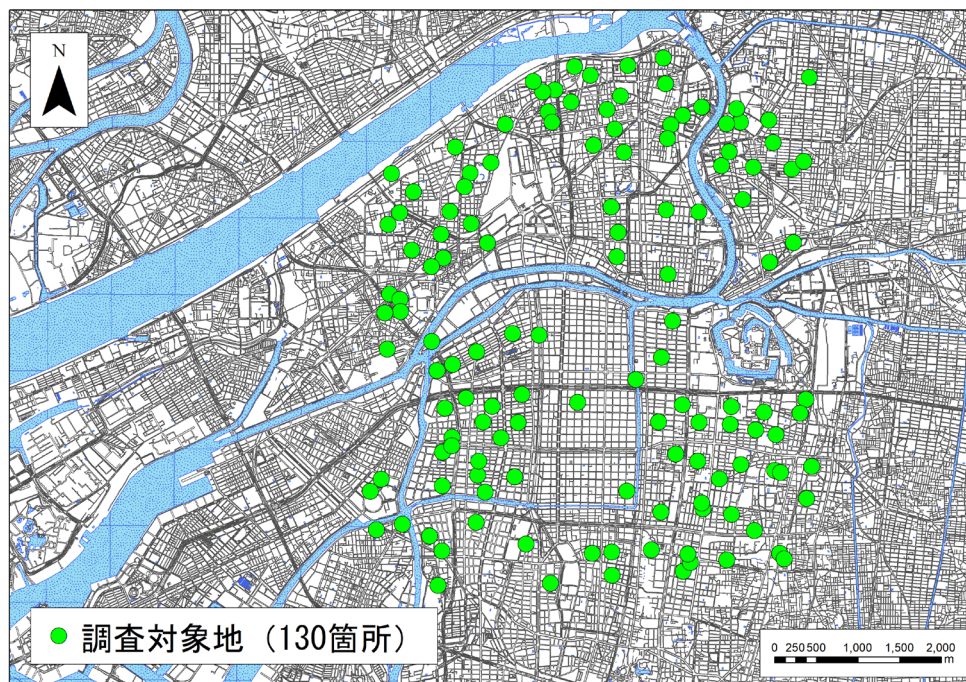


図 3-1 調査対象地



写真 3-1 調査対象地（高倉中央公園）



写真 3-2 調査対象地（豊崎西公園）



写真 3-3 調査対象地（鷺洲中公園）



写真 3-4 調査対象地（九条公園）



写真 3-5 調査対象地（大淀西公園）



写真 3-6 調査対象地（広小路公園）

## (2) 鳥類調査

鳥類調査は越冬期にあたる 2018 年 12 月末から 2019 年 2 月末の間と繁殖期にあたる 2019 年 5 月末から 7 月初旬の間にそれぞれ計 3 回ずつ実施した。調査は晴れまたはくもりの日に実施し、越冬期は午前 7 時から 13 時 30 分の間に行ない、繁殖期は午前 6 時 30 分から 12 時 30 分の間に行なった。鳥類調査はポイントセンサス法<sup>95)</sup>を採用し、国土地理院の国土数値情報の都市公園のポイントデータで示されている地点を中心に半径 25m 以内に出現した鳥類を 10 分間観測して目視及び鳴き声で判断して種と個体数を記録した。また、調査時間のずれを考慮して、毎回の調査では調査地を回る順番は異なるように設定した。

## (3) 分析方法

既往研究<sup>26, 112)</sup>において都市利用種や都市適応種として分類されている種は対象とする空間によって異なるため、本研究では全 3 回の鳥類調査において個体数が多く確認された種を特に都市の環境に順応している種であると判断し、分析の対象とした。

都市の環境に順応していると考えられる種が大阪市都心部でどのような傾向で分布しているのかを把握するにあたって、種ごとに分布の範囲と集中して分布している空間の有無、分布のばらつきを主な検討項目として、カーネル密度推定による分析を実施した。カーネル密度推定を利用して都市部における鳥類の分布を可視化した研究の事例として、三上ら<sup>30)</sup>の研究において住宅地を対象に冬季にスズメの群れが確認できた場所と営巣場所との関係を把握する際に用いられている他、Vitorio ら<sup>129)</sup>や O'Brien ら<sup>130)</sup>の研究においても特定の鳥類種の行動範囲や分布域を示すために用いられている。これらの既往研究の存在から、カーネル密度推定は鳥類の分布の傾向を示すために用いる上で有効な手段であると判断した。

2ha 以下の都市公園 130 箇所において 3 回の鳥類調査で観測された個体数の合計値を用いて、カーネル密度の推定値を算出した。その際の条件は、検索範囲を 1,000m として、出力密度値の面積単位は平方 km とした以外はデフォルト値を使用した。検索範囲を 1,000m に設定したのは、出力の結果が詳細過ぎる場合に分布の傾向を分析することは困難であり、調査地における都市公園の分布

のスケールを考慮すると 1,000m が分析を実施しやすい検索範囲であると判断したためである。

カーネル密度推定で得られた結果をもとに、種の集中している空間や個体数のばらつきを把握するために、箱ひげ図の作成及び推定値の外れ値と四分位偏差を算出した。箱ひげ図の端部は、下端が「(第1四分位点) - 1.5 × (四分位範囲)」として、上端は「(第3四分位点) + 1.5 × (四分位範囲)」として、それらの外側に位置する値を外れ値とした。外れ値が多く見られた種については個体数にばらつきがみられると判断し、GIS 上に外れ値として推定されたセルを表示することで、分布が粗な空間や密な空間の特徴について考察した。箱ひげ図の作成及び各データの算出には R version 4.0.2<sup>118)</sup>を使用した。カーネル密度推定には ESRI 社の Arc Map Ver.10.7 の Spatial Analysis を利用した。

### 3-1-3. 結果

#### (1) 鳥類調査

全3回ずつの鳥類調査の結果、越冬期は2目12科17種10,959羽、繁殖期は3目14科17種9,773羽の鳥類が確認された(表3-1)。越冬期においてはスズメ(4,855羽,130箇所)とドバト(3,549羽,120箇所)、ヒヨドリ(802羽,122箇所)、ハシブトガラス(602羽,125箇所)、ムクドリ(468羽,48箇所)の順に多くの個体が確認された。繁殖期においては、スズメ(5,708羽,130箇所)とドバト(2,544羽,113箇所)、ムクドリ(535羽,63箇所)、ハシブトガラス(523羽,121箇所)、ヒヨドリ(172羽,80箇所)の順に多くの個体が確認された。

これらの結果から、ドバトとハシブトガラス、スズメ、ヒヨドリ、ムクドリは越冬期と繁殖期のいずれにおいても他の種より個体数が多く確認され、確認地点数も比較的多い結果であった。この結果から、これらの都市型鳥類は他の種と比較しても特に都市の環境に順応している種と判断し、この5種を対象としてカーネル密度推定による分析を実施した。

その他の種については樹林性鳥類であるコゲラ(繁殖期:8羽,3箇所)やシジュウカラ(越冬期:86羽,44箇所,繁殖期:33羽,24箇所)、ウグイス(越冬期:2羽,2箇所)、メジロ(越冬期:207羽,66箇所,繁殖期:7羽,4箇所)、シロハラ(17羽,13箇所)等が出現したが、上記の5種と比較しても個体数と確認地点数ともに多くはなかった。

また、モズ(越冬期:4羽,3箇所)やオオヨシキリ(*Acrocephalus orientalis* (Temminck & Schlegel, 1847)) (1羽,1箇所)、セッカ(*Cisticola juncidis* (Rafinesque, 1810)) (2羽,2箇所)、カワラヒワ(越冬期:26羽,7箇所,繁殖期:10羽,6箇所)等、比較的開けた空間を選好する種も確認されたが、樹林性鳥類よりもさらに少ない傾向であった。さらに、外来種であるハッカチョウ(*Acridotheres cristatellus* (Linnaeus, 1766)) (繁殖期:9羽,3箇所)も少数ながら確認された。



表 3-1 鳥類調査結果

目	科	種名	学名	越冬期		繁殖期	
				個体数 (羽)	出現 地点数 (地点)	個体数 (羽)	出現 地点数 (地点)
ハト	ハト	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i> Latham, 1790	104	62	115	67
		ドバト	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	3,549	120	2,544	113
キツツキ	キツツキ	コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i> Temminck, 1836	0	0	8	3
	モズ	モズ	<i>Lanius bucephalus</i> Temminck & Schlegel, 1845	4	3	0	0
	カラス	ハシボソガラ ス	<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	23	14	40	20
		ハシブトガラ ス	<i>Corvus macrorhynchos</i> Wagler, 1827	602	125	523	121
	シジュウカラ	シジュウカラ	<i>Parus minor</i> Temminck & Schlegel, 1848	86	44	33	24
	ツバメ	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	0	0	58	32
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i> Temminck, 1830	802	122	172	80
	ウグイス	ウグイス	<i>Cettia diphone</i> Kittlitz, 1830	2	2	0	0
	メジロ	メジロ	<i>Zosterops japonicas</i> Temminck & Schlegel, 1845	207	66	7	4
スズメ	ヨシキリ	オオヨシキリ	<i>Acrocephalus orientalis</i> Temminck & Schlegel, 1847	0	0	1	1
	セッカ	セッカ	<i>Cisticola juncidis</i> Rafinesque, 1810	0	0	2	2
	ムクドリ	ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i> Temminck, 1835	468	48	535	63
	ヒタキ	シロハラ	<i>Turdus pallidus</i> Gmelin, 1789	17	13	0	0
		ツグミ	<i>Turdus naumanni</i> Temminck, 1820	56	37	0	0
		ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureus</i> Pallas, 1776	23	21	0	0
		イソヒヨドリ	<i>Monticola solitaries</i> Linnaeus, 1758	1	1	3	3
	スズメ	スズメ	<i>Passer montanus</i> Linnaeus, 1758	4,855	130	5,708	130
	セキレイ	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	134	76	5	5
	アトリ	カワラヒワ	<i>Chloris sinica</i> Linnaeus, 1766	26	7	10	6
	ムクドリ	ハッカチョウ	<i>Acridotheres crisatellus</i> Linnaeus, 1766	0	0	9	3
		合計 (羽)		10,959		9,773	
		種数 (種)		17		17	

## (2) カーネル密度推定

カーネル密度の推定値の要約統計量及び四分位偏差を表 3-2 と表 3-3 に、カーネル密度推定の結果得られた推定値を用いて作成した箱ひげ図を図 3-2 と図 3-3 に示した。加えて、推定値のパーセンタイル値を 0%-25%, 25%-50%, 50-75%, 75%-100%の 4 段階及び、外れ値が確認された種に関しては 0%-25%, 25%-50%, 50-75%, 75%-ひげの上端, ひげの上端-100%の 5 段階に分類して種ごとに GIS で表示したものを図 3-4 から図 3-13 に示した。

表 3-2 と表 3-3 より、スズメとドバトは越冬期と繁殖期ともに他の種よりもカーネル密度の推定値の中央値と最大値が高い値を示した。ヒヨドリは繁殖期よりも越冬期の方が中央値と最大値ともに高い値を示したため、越冬期の方が繁殖期よりも多くの個体が分布していると判断できた。四分位偏差の値を見ると、ムクドリのみ越冬期と繁殖期ともに中央値よりも四分位偏差が高い値を示し、他の種と比較すると推定値にばらつきがみられることがわかった。

図 3-2 と図 3-3 より、越冬期では 5 種全てにおいてひげの上端に外れ値が分布した。一方、繁殖期においてはスズメとヒヨドリは外れ値が確認されなかったため、ヒヨドリとスズメに関しては繁殖期よりも越冬期の方が集中的に多くの個体が分布する空間がみられることがわかった。一方、ムクドリは繁殖期で外れ値が多く確認されているため、繁殖期の方が集中的に多くの個体が分布する空間がみられることがわかった。

表 3-2 越冬期におけるカーネル密度の推定値の要約統計量

	ドバト	ハシブトガラス	ヒヨドリ	スズメ	ムクドリ
最小値	0	0	0	0	0
中央値	87.93	13.25	16.70	115.80	5.00
最大値	322.29	57.63	76.08	454.70	89.14
四分位偏差	40.12	7.19	11.27	56.75	7.64

表 3-3 繁殖期におけるカーネル密度の推定値の要約統計量

	ドバト	ハシブトガラス	ヒヨドリ	スズメ	ムクドリ
最小値	0	0	0	0	0
中央値	60.86	11.93	3.92	139.94	6.85
最大値	284.91	54.32	14.67	407.63	76.85
四分位偏差	31.07	5.96	2.83	67.59	9.67

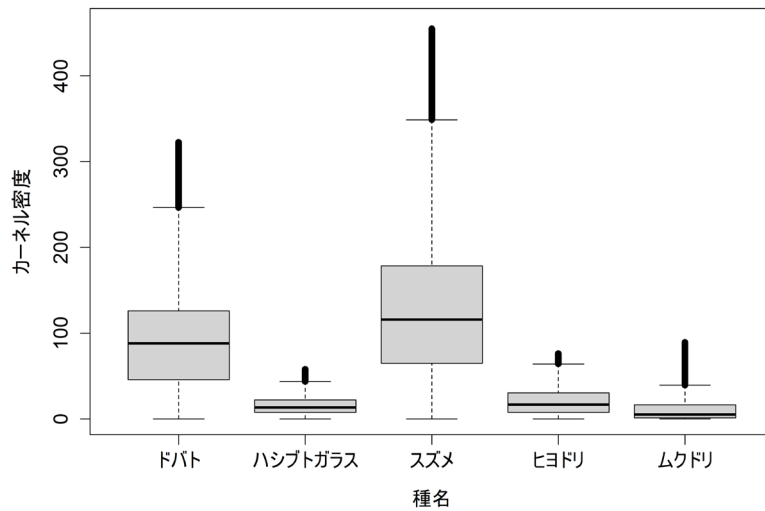


図 3-2 越冬期における各種の箱ひげ図

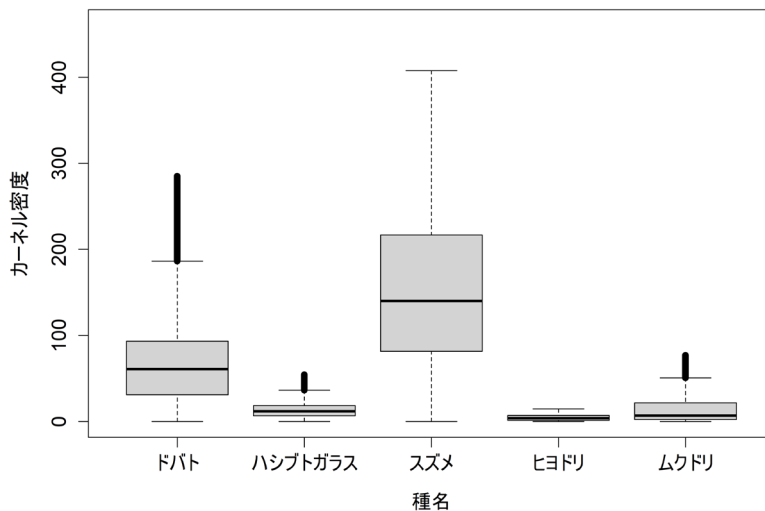


図 3-3 繁殖期における各種の箱ひげ図

図 3-4 から図 3-13 のカーネル密度推定の結果をみると、中心部ではいずれの種も推定値が低い値の傾向を示したが、種ごとに推定値が高い値を示した空間は異なっていた。また、外れ値が確認された種については、図 3-4 から図 3-13 をみた外れ値が分布した空間を地図上で確認し、その場所を表 3-4 にまとめた。また、表 3-4 に示した場所の写真を写真 3-7 から図 3-12 に示した。

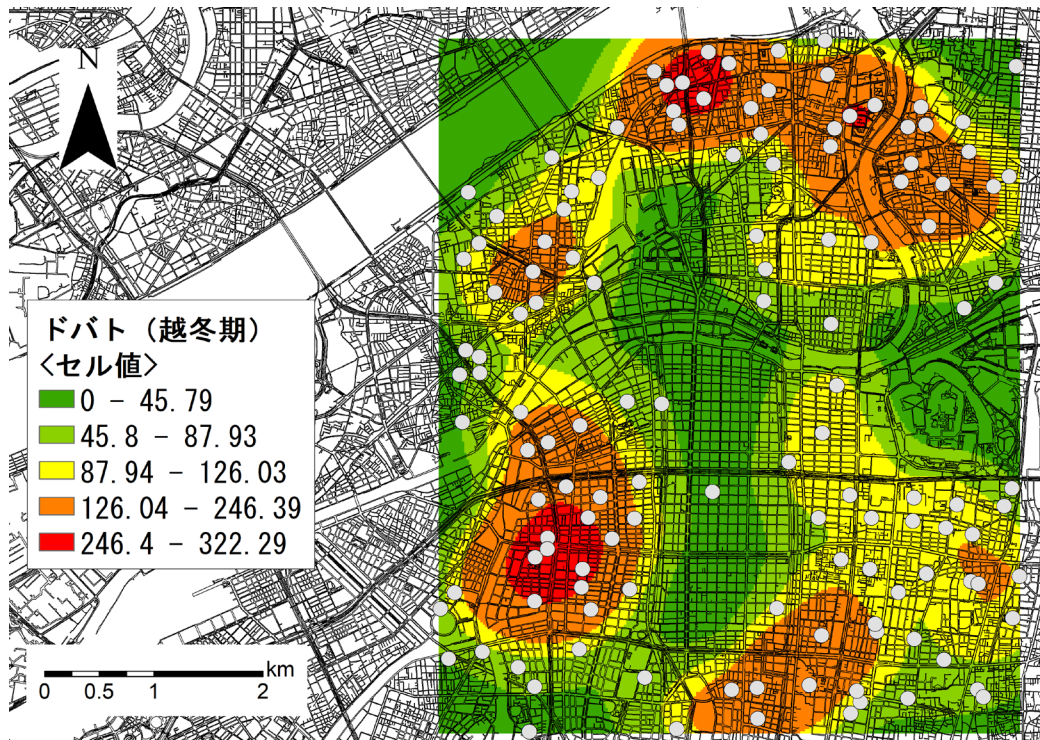


図 3-4 越冬期におけるドバトのカーネル密度推定値

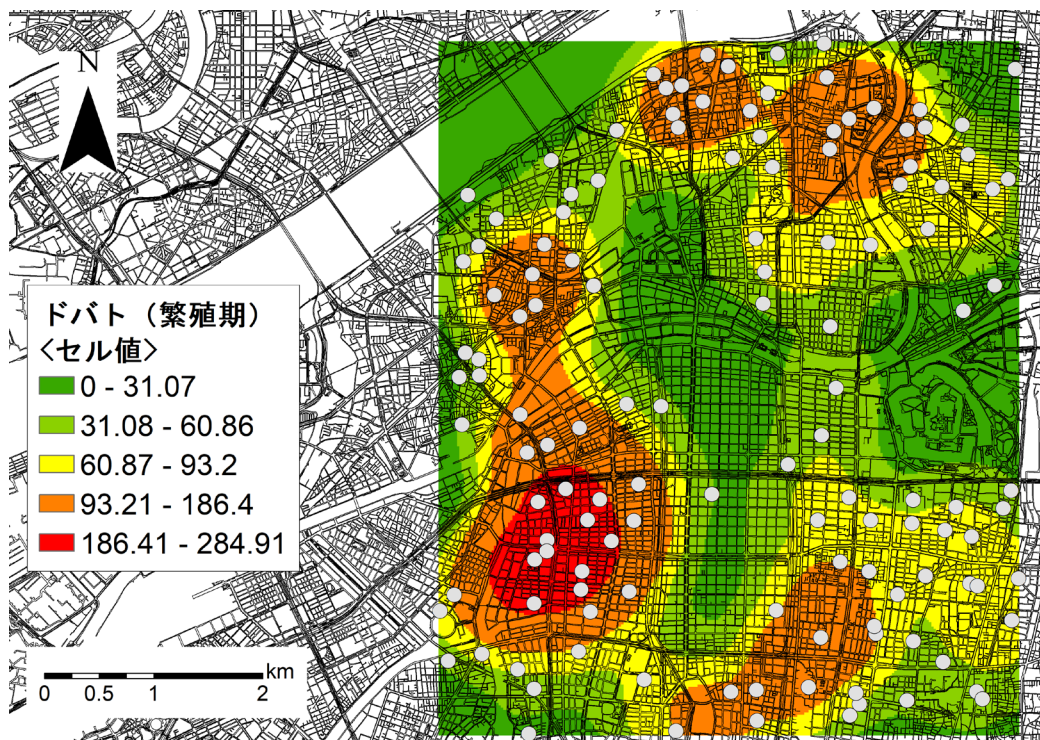


図 3-5 繁殖期におけるドバトのカーネル密度推定値

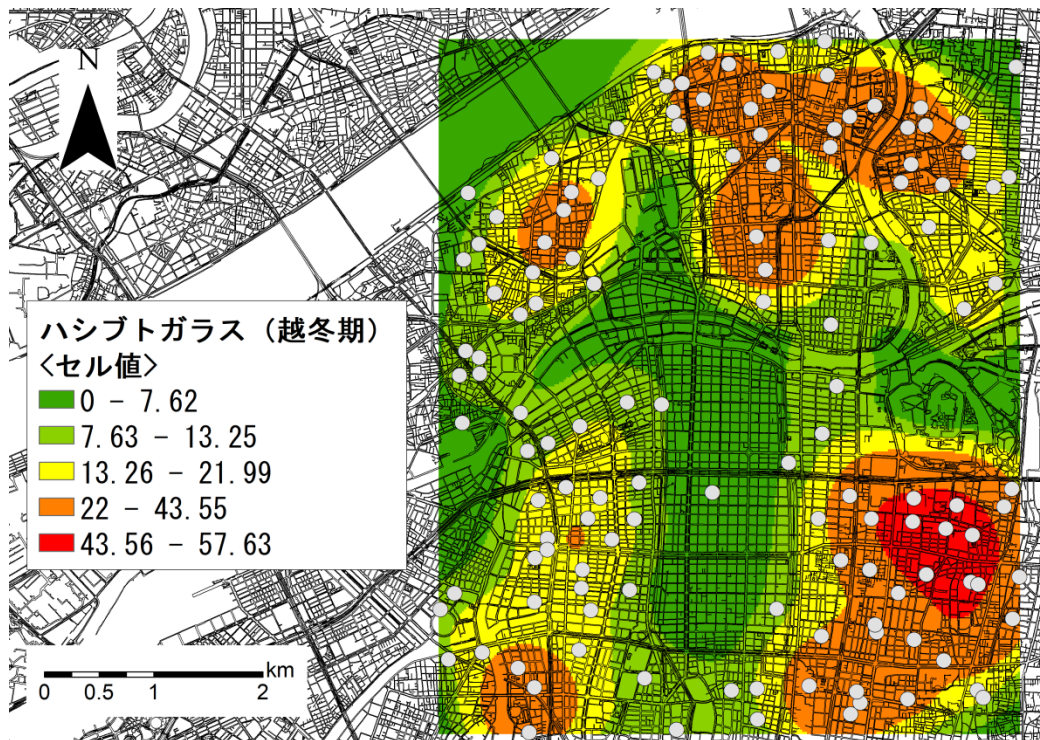


図 3-6 越冬期におけるハシプトガラスのカーネル密度推定値

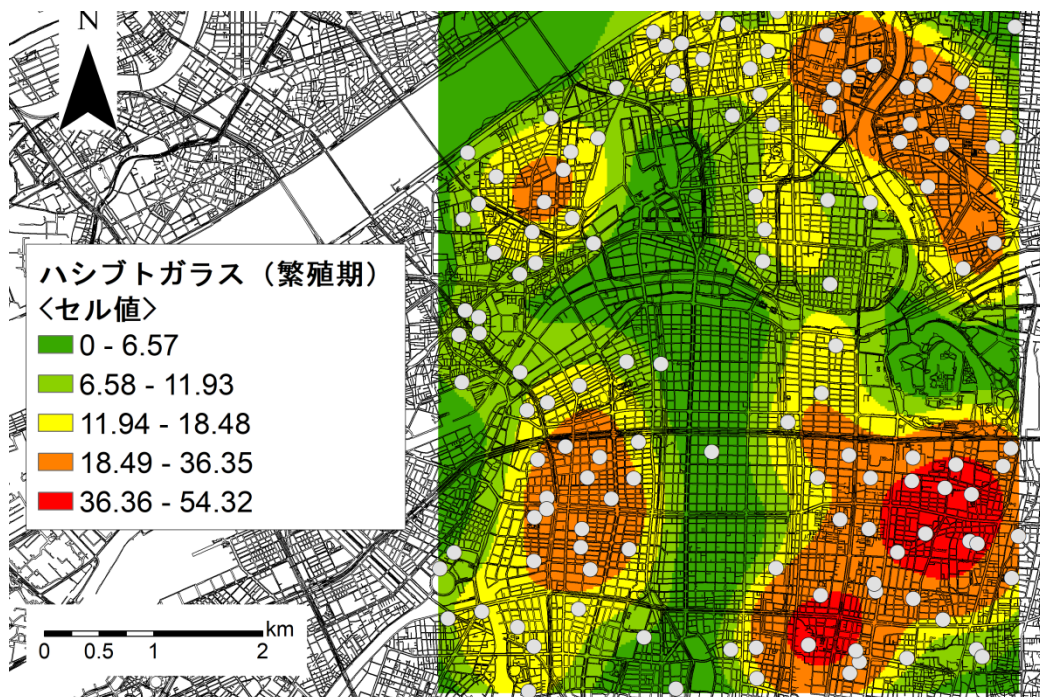


図 3-7 繁殖期におけるハシプトガラスのカーネル密度推定値

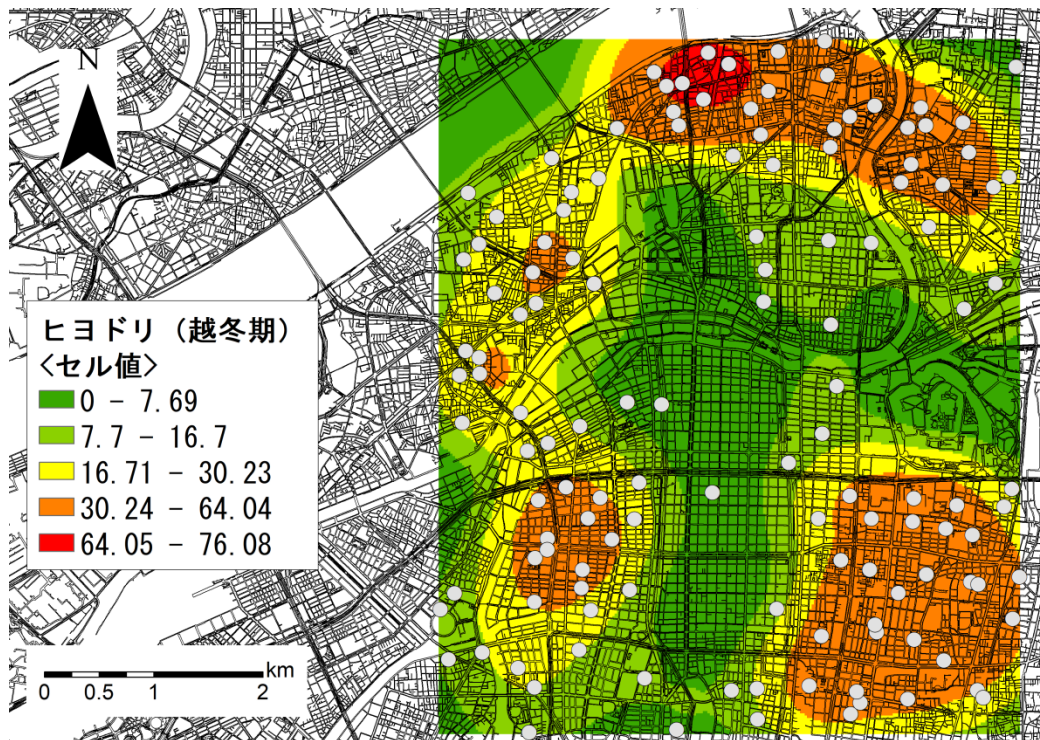


図 3-8 越冬期におけるヒヨドリのカーネル密度推定値

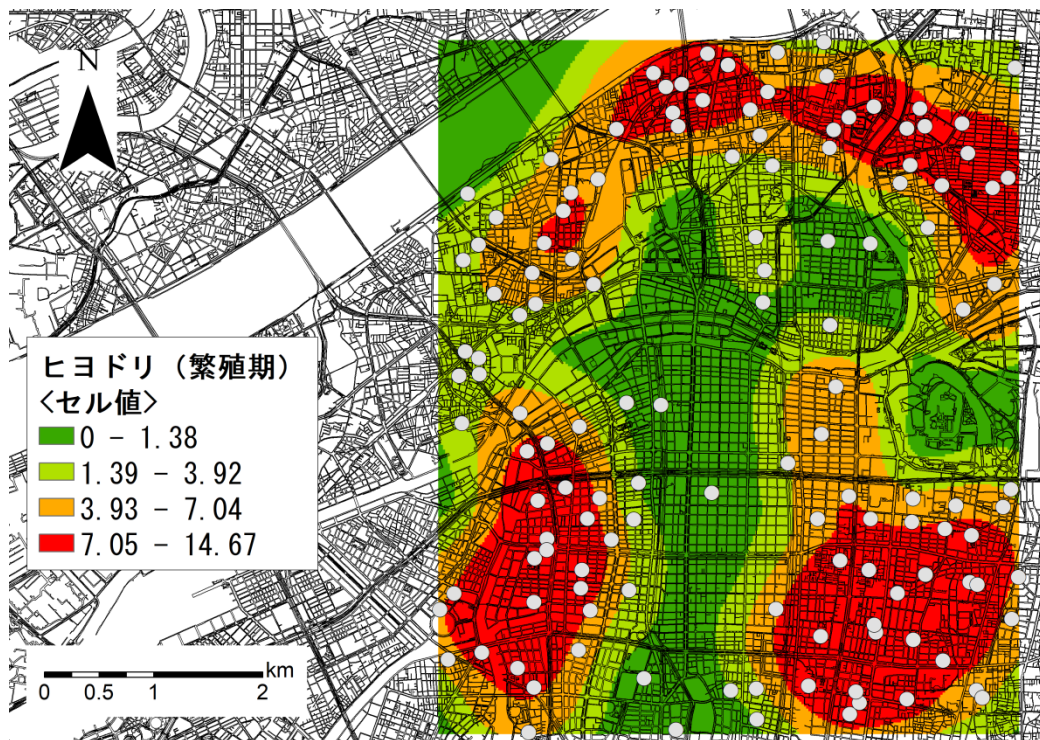


図 3-9 繁殖期におけるヒヨドリのカーネル密度推定値

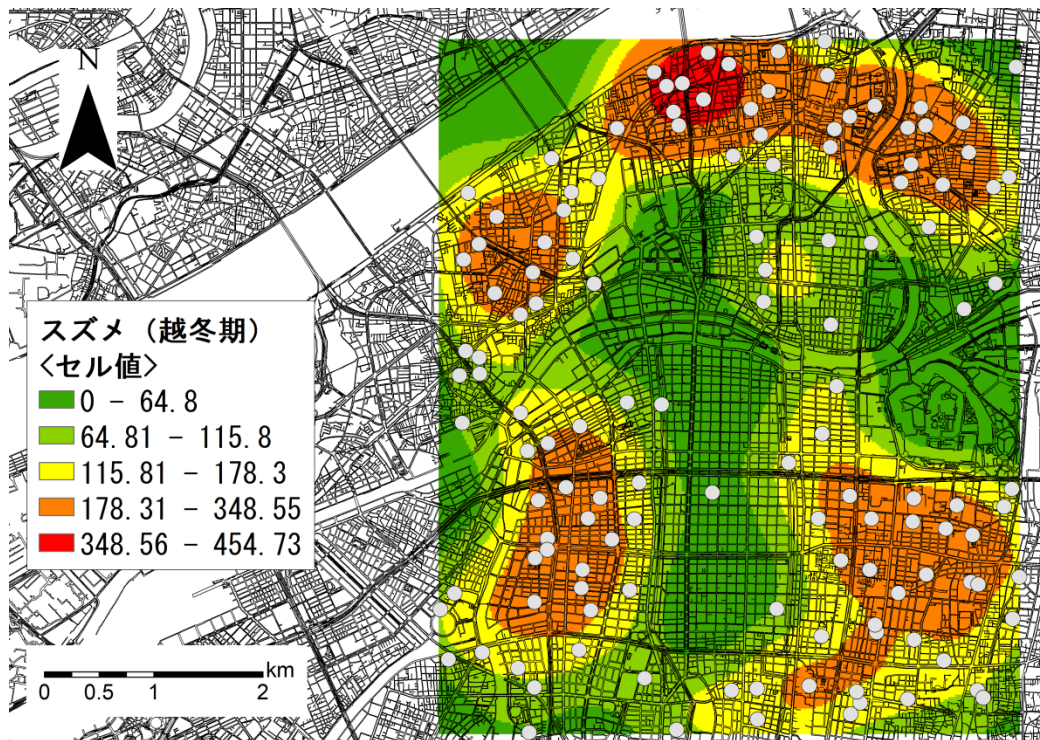


図 3-10 越冬期におけるスズメのカーネル密度推定値

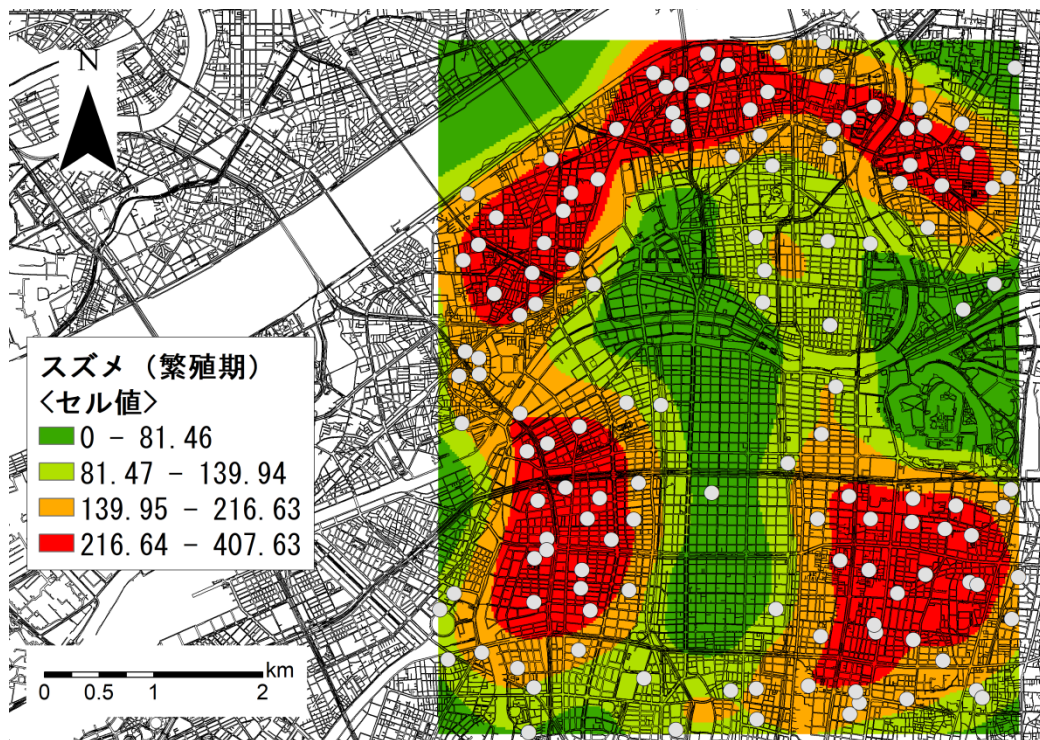


図 3-11 繁殖期におけるスズメのカーネル密度推定値

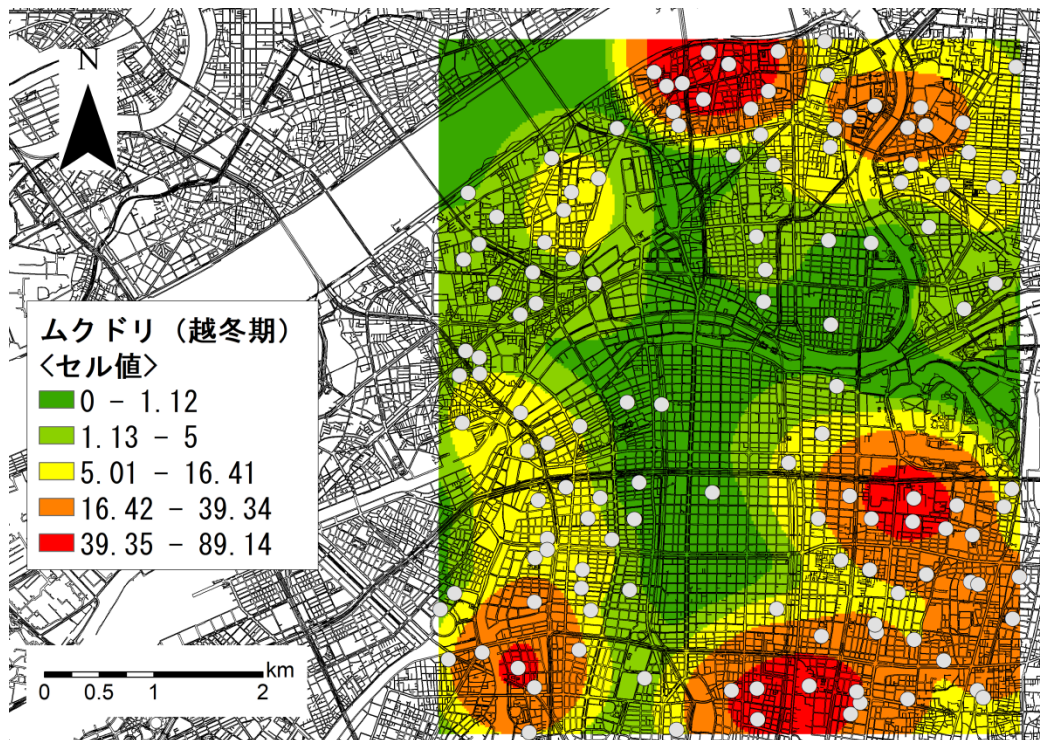


図 3-12 越冬期におけるムクドリのカーネル密度推定値

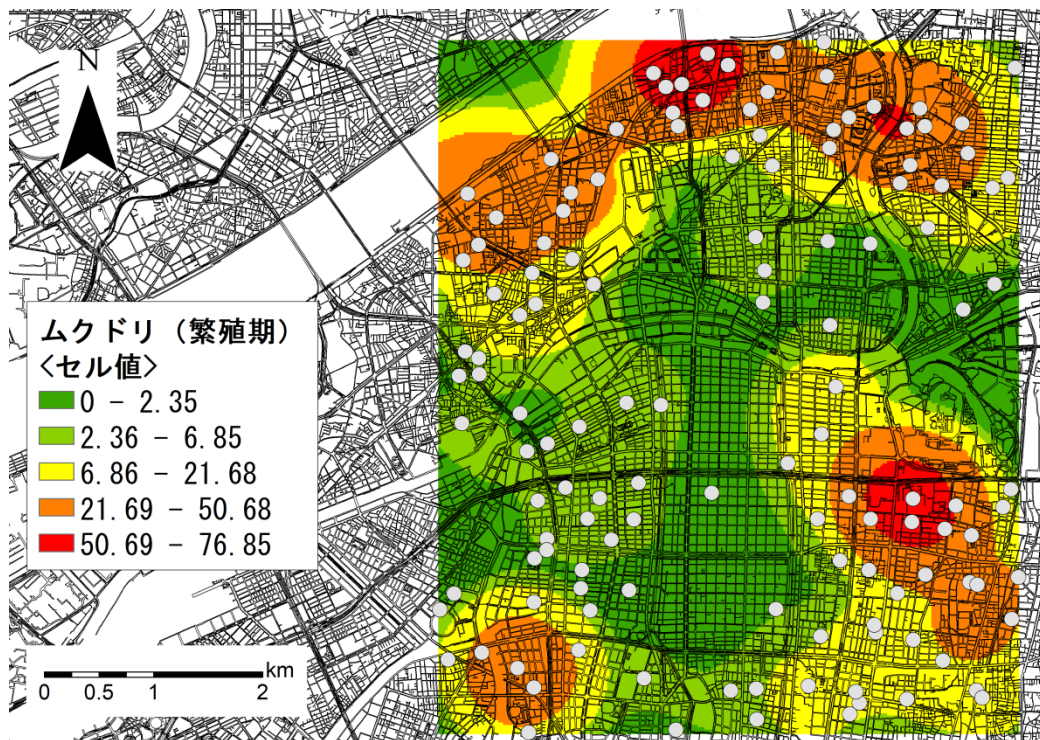


図 3-13 繁殖期におけるムクドリのカーネル密度推定値



表 3-4 各種が集中的に分布した空間一覧

北区の新御堂筋沿い，淀川付近の空間	越冬期：ドバト，ヒヨドリ，スズメ，ムクドリ 繁殖期：ムクドリ
西区の木津川の東側，長堀通と 新なにわ筋の交差点を中心とした空間	越冬期：ドバト
中央区の大阪城公園よりも南側から 天王寺区の北部にかけての空間	越冬期と繁殖期： ハシブトガラス，ムクドリ
浪速区の桜川公園を中心とした空間	越冬期：ムクドリ
天王寺区の難波駅よりも東側で 生玉公園を含む空間	越冬期：ムクドリ 繁殖期：ハシブトガラス
大川付近に位置する長柄東公園を 中心とした空間	繁殖期：ムクドリ



写真 3-7 北区の新御堂筋沿い，淀川付近の空間（中津公園）



写真 3-8 西区の木津川の東側，長堀通と新なにわ筋の交差点を中心にした空間（土佐公園）



写真 3-9 中央区の大阪城公園よりも南側から天王寺区の北部にかけての空間（玉造公園）



写真 3-10 浪速区の桜川公園を中心とした空間（桜川公園）



写真 3-11 天王寺区の難波駅よりも東側で生玉公園を含む空間（生玉公園）



写真 3-12 大川付近に位置する長柄東公園を中心とした空間（長柄東公園）

#### 3-1-4. 考察

鳥類調査の結果から、大阪市都心部の環境に順応していると考えられたドバトとハシブトガラス、ヒヨドリ、スズメ、ムクドリは大阪市内の街路樹<sup>71)</sup>や前章において実施した中之島と大川における鳥類調査においても確認されている。このことから、これらの種は大阪市都心部において広く分布していることが考えられた。特に、ドバトとスズメについては、越冬期と繁殖期ともに推定値の中央値と最大値は他の種よりも高く、特に都心部に順応して生息していることが推察された。

カーネル密度推定の結果、対象とした範囲内における中心部の空間では、いずれの種についても推定値は低い値を示した。そもそも、中心部では都市公園が少なく、十分な数のサンプルが得られずこのような結果になったと考えられる。しかし、大阪市中心部の街路樹において越冬期に実施された鳥類調査<sup>71)</sup>においても、街路樹が植樹されている御堂筋や堺筋、谷町においては、ほとんど鳥類が確認されていないことが報告されており、大阪市の中心部には都市に適応している種もあまり分布していないと考えられる。

一方で、カーネル密度推定の結果から、大阪市都心部ではドバトとハシブトガラス、スズメ、ヒヨドリ、ムクドリがそれぞれ集中的に分布している空間が存在すること、種によってあるいは時期によって分布の傾向に違いがみられることが明らかになった。以下に種ごとの分布の特徴について考察した。

ドバトは、越冬期と繁殖期ともに調査範囲内においてスズメと並び高い推定値を示す傾向が確認された。特に、75%以上の推定値を示したのは、越冬期と繁殖期に共通して北区の北東から都島区の北西にかけてと福島区の東側、西区の東側、浪速区の北東部から天王寺区の北西部であった。ドバトは世界中の多くの都市で優占している種<sup>131)</sup>であり、例えばイタリアのミラノでは都心部の特に古い建築物が多く存在する空間にドバトが有意に多く出現している<sup>132)</sup>等、人工構造物が多く存在する都市において順応している種であることがわかる。今回ドバトの推定値が高い値を示された空間はいずれも住宅地等の比較的多く建築物が建ち並ぶ空間であった。これは、今回設定した調査範囲のスケールに関して、このようなドバトが集中的に分布する空間が複数箇所存在していることが明らかになった。加えて、高速道路沿いや高速道路の交わる場所の付近に

推定値が高い値を示しているようにもみえる。調査中に高速道路の橋脚部分に集まって留まっている様子も観察できたことから、この点については今後検討する余地があると言えよう。

スズメは、ドバトと同様に越冬期と繁殖期ともに調査範囲内にて高い推定値を示す傾向がみられた。繁殖期では、越冬期より推定値の中央値が高い値を示した。一方では、越冬期の方が最大値は高い値を示し、外れ値が観測されたのも越冬期のみとの結果であった。つまり、繁殖期よりも越冬期の方において分布がばらつきのある状況であるとの可能性が考えられた。スズメは住宅地において繁殖が確認されている種であり<sup>30)</sup>、繁殖期では各都市公園を中心として行動していた可能性も考えられた。高い推定値が得られた空間は、越冬期と繁殖期とで大きくは変わらず、ドバトと同様に北区の北東から都島区の北西にかけてと福島区の東側、西区の東側、浪速区の北東部から天王寺区の北西部であった。このようにスズメは大阪市都心部で他の種よりも高い推定値が得られた。一方、スズメは近年、個体数が全国で減少している可能性が報告されている<sup>133)</sup>。本研究では大阪市都心部で広くスズメが分布していることを示したが、今後経時的にスズメの個体数の調査を実施する必要があるだろう。

ハシブトガラスは、ドバトとスズメほど高い推定値の結果ではなく、越冬期と繁殖期で分布の傾向がやや異なる結果を示した。越冬期と繁殖期とで共通して推定値が高い傾向を示したのは中央区の大阪城公園の南側から天王寺区の北部にかけてと、福島区の北東と北区の西側の境界付近であった。加えて、北区と都島区の境界付近において、越冬期ではそこから西側にかけて北区の中央部辺りまで広がり、繁殖期ではそこから南側にかけての都島区の南側まで広がっていた。また、西区の東側は繁殖期において広範囲に高い推定値を示した。越冬期ではごくわずかな範囲であるが、大正区と浪速区の境界部分で高い推定値を示した。特に、外れ値として検出されたのは、越冬期と繁殖期ともに中央区の大阪城公園の南側であるが、繁殖期には天王寺区の北側も含まれていた。ハシブトガラスは、越冬期と繁殖期とでは行動半径が異なることが報告されている<sup>31)</sup>が、大阪市都心部においてもその可能性が考えられた。また、大阪市内の樹木がある場所を中心としてハシブトガラスの巣の所在地と巣材にハンガーが用いられているかどうかの有無を調べられた報告<sup>32)</sup>をみると、大阪城公園やそ

の周辺域ではハシブトガラスの巣が多く発見されており、その他の営巣が確認されている場所も本研究で推定値が高かった場所と概ね一致しており、繁殖期におけるハシブトガラスは、営巣場所を中心として都心部の空間に分布していることが考えられた。第2章第2節における結果からも、ハシブトガラスは周辺の建築物の被覆割合と正の関係性を示している。これらのことから、ハシブトガラスは大阪市都心部の比較的建築物が多い空間を広く利用していると考えられた。

ヒヨドリは、繁殖期よりも越冬期において多くの個体が観測された。越冬期では外れ値が検出されているが、両時期ともに推定値が高い場所は概ね一致していた。福島区の東側と、北区の北東から都島区の北西にかけて、中央区の大阪城公園の南側から天王寺区の北部にかけて、西区の東側において両時期ともに推定値の高い値が得られた。加えて、繁殖期では福島区の中央でも高い推定値が得られた。ヒヨドリは繁殖期に大阪市中心部の街路樹において営巣していることが報告されている<sup>134)</sup>。ただし、第2章第1節の中で、中層以上の建築物から負の影響を受けていることが明らかになっている。上記の結果と本研究の結果を照合させると、繁殖期におけるヒヨドリは人工的な空間を利用してはいるが、建築物が多く建ち並ぶ空間の積極的な利用は少ないことが考えられる。一方、第2章第2節の結果から、高木層の存在がヒヨドリに正の影響を与えており、繁殖期よりも越冬期の方が出現個体数は多いことを明らかにしている。この結果や本節におけるヒヨドリの観測された個体数の結果から、ヒヨドリは越冬期の方が繁殖期よりも都心部の空間を広く利用していることが考えられた。ヒヨドリのカーネル密度の推定値が比較的高い値を示した空間は淀川や大阪城公園、靱公園といった都心部でも比較的緑が多い空間の近傍であったことから、ヒヨドリはこれらの大規模緑地を中心としつつ、都心部に広く分布していることが考えられた。

ムクドリは、越冬期と繁殖期ともに他の種と比較すると四分位偏差が中央値よりも高い値を示し、分布にばらつきがあった。ムクドリは通年において群れで行動し、集団ねぐらを形成する種<sup>93, 94, 111)</sup>であり、本研究における鳥類調査時でも複数羽で行動しているところを観測された結果が多く、このような結果が得られたと考えられた。越冬期と繁殖期ともにムクドリのカーネル密度の推

定値が高い値を示したのは北区と都島区の境界付近と、中央区の大阪城公園の南側から天王寺区の北部にかけて、大正区と浪速区の境界部分であった。これらの空間の近傍には淀川付近の裸地や難波宮跡公園、桜川公園の芝地といった開放的な空間が位置しており、ムクドリにとって採餌しやすい空間を提供し、その結果が推定値を高い値になったと考えられた。一方、越冬期では上記の空間に加えて天王寺区の JR 難波駅の東側で高い推定値を示し、繁殖期では福島区の北西から北区の西側にかけて高い推定値を示した。東京都周辺において繁殖期のムクドリは都内でもねぐらが形成されるが、冬季には郊外へねぐらが移動することが報告されている<sup>135)</sup>。本研究の結果を見ると、越冬期の方がむしろ中心部に近い空間で高い推定値を示しているように見受けられた。そのため、今後はムクドリのねぐらの形成場所や時期によるねぐらの形成場所の変化についても考慮することで、より詳細に実態の把握ができると考えられた。

また、北区の新御堂筋沿い、淀川付近の空間では、越冬期のドバトとヒヨドリ、スズメ、ムクドリや繁殖期のムクドリが集中的に分布している結果が得られた。同様に、中央区の大阪城公園よりも南側から天王寺区の北部にかけての空間では、越冬期・繁殖期ともにハシブトガラスとドバトが集中的に分布している結果が得られた。これらはいずれも大規模な緑地の近傍ではあるが、同じ近傍ではあっても大阪城公園の北側の空間では高い推定値が得られていない等、これらの種が集中して分布するのには局所的な要因も関わっている可能性が考えられた。



### 3-2. マトリクスにおける緑被率が小規模な都市公園に出現する鳥類に与える影響

#### 3-2-1. 本節の目的

本節では、都心部の小規模な都市公園に出現する鳥類について、どのような種が小規模な都市公園のマトリクスにおける緑被率からの影響を受けているのかを明らかにすることを目的とした。

#### 3-2-2. 研究方法

##### (1) 研究対象地

研究対象空間は第3章第1節と同様に、大阪市都心部の淀川以南から難波付近の面積約3,500haの範囲内とした(図3-14)。一般的に、鳥類の出現種数はパッチの面積に左右される<sup>89, 42, 136</sup>)。そのため、都市公園に出現する鳥類がマトリクス内の緑被率から受ける影響を検討するためには、生息地となる空間(樹木等によって被覆された空間)の面積や公園の規模、形状を可能な限り統一する必要があると考えられた。

そこで、上記の条件に合致する研究対象地を選出するために、以下の工程を経てサンプリングを実施した。まず、対象空間の中から国土数値情報(国土交通省)の都市公園データに記載されている都市公園で、なおかつ開設面積が2ha

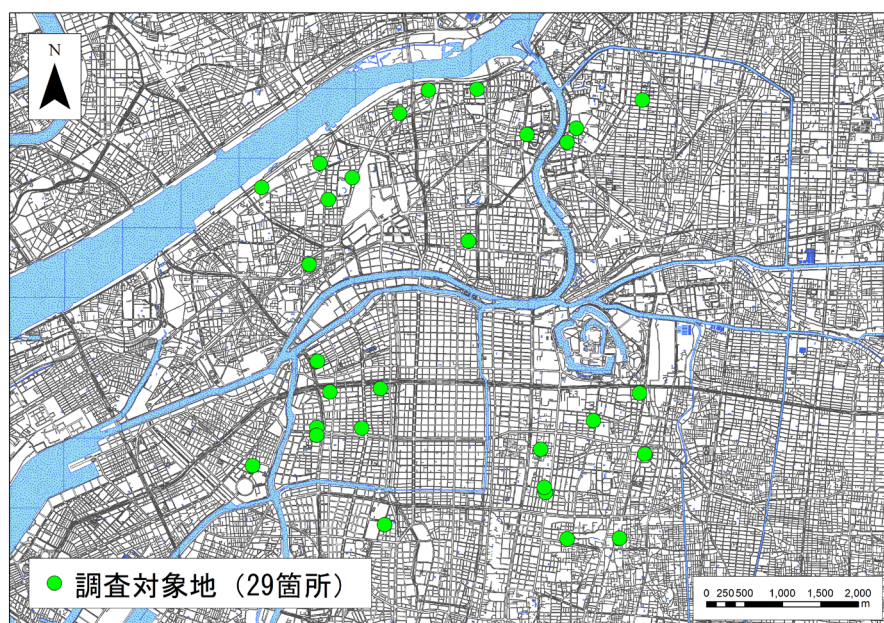


図 3-14 調査対象地

以下であり、河川沿いに線状に整備されていない都市公園を、GISを用いて全て抽出した。その結果、130箇所の都市公園が抽出された。次に、これら130箇所の都市公園の中から開設面積を可能な限り統一して、都市公園をサンプリングするために、130箇所の開設面積の中央値(2675.5m<sup>2</sup>)を算出した。その後、中央値の前後25%の範囲内にある開設面積を有する都市公園を全て抽出した。なお、生息地となる空間の面積ではなく開設面積をサンプリングの際の指標としたのは、後述する解析に必要なサンプル数を最低限確保するためである。これらの工程を経てサンプリングした29箇所の都市公園(開設面積の平均値2561.21±371.97m<sup>2</sup>)を研究対象地とした。GISはESRI社のArc Map 10.6を使用した。

## (2) 鳥類調査

調査地として設定した29箇所の都市公園において、鳥類の越冬期にあたる2018年12月末から2019年2月末と、繁殖期にあたる2019年5月末から7月初旬に計3回ずつの鳥類調査を実施した。鳥類調査は各地点1回当たり10分として、公園内に出現したすべての鳥類について、時間内に公園内をくまなく歩きまわりながら目視及び鳴き声で種と個体数を判断して記録した。調査時間は、越冬期が7時から13時30分、繁殖期が6時30分から12時30分の間として、天候は晴れまたはくもりの日にのみ調査を実施した。調査を行なう順番は回ごとに変えて、調査時間のずれを考慮した。

## (3) マトリクス内の緑被率の算出

研究対象空間付近の広域的な緑被状況を把握するために、ESA欧州宇宙機関が提供している衛星のSentinel-2が撮影した衛星画像を用いた。Sentinel-2によって撮影された衛星画像は空間解像度が可視光で10mあり、Amazon社がサービスを提供しているAmazon Web Service(AWS)を介することで、撮影した取得時期の異なる衛星画像を無償でダウンロードできる。Sentinel-2によって撮影された衛星画像を用いて、市街地における神社周辺の緑地群の分布特性をみた研究<sup>137)</sup>や、市街地における緑の抽出を行なった研究<sup>138)</sup>等もみられたため、

本研究においても都心部の緑被を抽出するうえで妥当な衛星画像であると判断し、これを用いた。

Sentinel-hub EO Browser<sup>139)</sup>において、鳥類調査の時期に合致し、なおかつ画像全体の視認性が良い日付を検索して、画像をダウンロードした。越冬期は2019年2月25日（画像全体の雲量4.75%）撮影のもの、繁殖期は2019年5月24日（画像全体の雲量0%）撮影のものについて、オルソ幾何補正された Level-1C プロダクトをそれぞれダウンロードした。

上記の手順で取得した衛星画像を用いて、まずはGIS上でNDVIを算出した。ここで、NDVIは水面において低い値を示すため、淀川や大川等を含む今回の対象空間においてバッファ内のNDVIの平均値を参照するだけでは緑被の現況を正確に把握できない可能性が考えられた。そのため、比較的まとまった緑地の有無を判断するために、GISの画像分類ツールである自然分類を用いた。これによって、算出されたNDVIの閾値以上の値を緑地として抽出し、ポリゴンデータに変換した。なお、閾値はそれぞれ、越冬期では0.25、繁殖期では0.40とした。閾値の設定に関しては、鳥類調査を実施した際に簡易に記録した現地における緑被状況の結果と照合させたうえで、妥当な結果であると判断し、閾値設定を決定した。

続いて、GIS上で各公園の境界部から50m間隔で500mまで緩衝帯（バッファ）を発生させた。各半径のバッファ内における緑地のポリゴンの面積を集計し、バッファ面積で割った値を緑被率として用いた。また、緑被率による鳥類への影響を分析する際の間接要因として利用するために、国土地理院の基盤地図情報にある建築物と開放水域のポリゴンデータについても各半径のバッファ内それぞれにおいて集計し、各バッファ内の被覆割合をそれぞれ算出した。

#### （4）分析方法

マトリクス内の緑被率が都市公園に出現する鳥類に与える影響にのみ着目するため、階層ベイズモデル<sup>101, 102, 103)</sup>に基づいて分析を実施した。階層ベイズモデルを用いることで、都市公園において出現したある種が公園周辺の緑被率から受ける影響について、対象とした公園全体に共通する属性（開設場所の違い等）に加えて、各公園が有する個別の属性（公園内の植被の違い等）も考慮

して、確率分布に基づいたモデルの設計が可能になる。あらかじめ仮定した分布に基づいて、調査で得られた観測値をもとにしたランダムサンプリングを実施し、得られた多数のサンプルの要約統計量を算出することで、モデルに組み込んだ各パラメータの推定をすることが可能である。

ある地点において調査を実施した回ごとに出現個体数が変化する種が存在する可能性を考慮し、本研究では各地点における種ごとの確認回数に着目し、分析を実施した。まず、下記の式に示したように、地点  $i$  において越冬期・繁殖期それぞれで実施した 3 回の調査中にある種が確認された回数  $y_i$  を二項分布に従うと仮定し、ある種が出現する確率  $q_i$  を推定する設定した。

$$p(\{y_i\}|\beta_1, \beta_2, \{r_i\}) = \prod_i \binom{3}{y_i} q_i^{y_i} (1-q_i)^{3-y_i}$$

$$\text{logit}(q_i) = \beta_1 + \beta_2 G_i + r_i$$

その際、確認回数に関係する要因としては各半径のバッファ内における緑被率  $G_i$  を説明変数として、対象とした公園全体の属性に関わる誤差項である  $\beta_1$  と緑被率に係るパラメータである  $\beta_2$ 、各公園の属性に関わる誤差項  $r_i$  によってモデルを構築した。事前分布については、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  は無情報事前分布を設定し、 $r_i$  の階層事前分布には平均が 0 で標準偏差が  $s$  の正規分布を設定し、 $s$  の階層事前分布には  $0 < s < 10^{-4}$  の一様分布を設定した<sup>101)</sup>。

各パラメータの推定には、マルコフ連鎖モンテカルロ法（以下、MCMC）を使用した。MCMC の一連の計算によって、設計したモデルと観測値に基づいた機械的なランダムサンプリングによって得られた統計量から、各項の影響の有無を判断することができる。最初の 1,000 回のサンプリングは用いず (burn-in)、その後の 30,000 回のサンプリングのうち 100 サンプルごとに間引いて抽出した 300 サンプルを得た。この作業を 3 回実施し得られた 900 サンプルの中央値と 95%信用区間を、パラメータ推定の際の検討項目とした。各サンプリングの収束診断には  $\hat{R}$  の値を用いて、 $\hat{R}$  が 1.1 以下である変数を収束しているものとみなした<sup>101)</sup>。また、各パラメータの推定値が有意であるかどうかは、95%信用区

間内に 0 を含んでいない結果が得られているものとした。これを調査で記録された鳥類の各種，各半径のバッファに占める緑被率ごとに実施し，種ごとの傾向について検討した。一連の解析について，階層ベイズモデルと MCMC によるパラメータの推定には R version 3.5.1<sup>118)</sup>上でパッケージ RJAGS<sup>140)</sup>を使用し，MCMC によるサンプリングには JAGS 4.3.0<sup>141)</sup>を使用した。

### 3-2-3. 結果

#### (1) 鳥類調査

29 箇所 で 3 回実施した鳥類調査の結果，越冬期においては 2 目 11 科 15 種 2,321 羽，繁殖期においては 2 目 12 科 15 種 2,227 羽の鳥類が確認された（表 3-5）。

越冬期において出現地点数が多い種は，スズメ（29 箇所，1,129 羽）やドバト（29 箇所，614 羽），ヒヨドリ（28 箇所，193 羽），ハシブトガラス（28 箇所，91 羽），ハクセキレイ（20 箇所，31 羽）等であった。

これらの種は既往研究<sup>26, 120, 142)</sup>において，都市利用種や都市適応種とされる種であり，都心部の小規模な都市公園においてはこれらの種が優占していることが明らかになった。繁殖期においても同様に，スズメ（29 箇所，1,239 羽）やハシブトガラス（29 箇所，86 羽），ドバト（28 箇所，608 羽），ヒヨドリ（20 箇所，45 羽），ムクドリ（14 箇所，179 羽）といった都市利用種が多く の地点で確認された。また，繁殖期においては，淀川に近い公園においてオオヨシキリやセッカといった川原に出現する種<sup>93, 94, 111)</sup>や，外来種であるハッカチョウが確認された。

表 3-5 鳥類調査結果

目	科	種名	学名	越冬期		繁殖期	
				個体数 (羽)	出現 地点数 (個)	個体数 (羽)	出現 地点数 (個)
ハト	ハト	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i> Latham,1790	32	19	25	17
		ドバト	<i>Columba livia</i> Gmelin,1789	614	29	608	28
	モズ	モズ	<i>Lanius bucephalus</i> Temminck & Schlegel,1845	1	1	0	0
	カラス	ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i> Linnaeus,1758	2	1	4	3
		ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i> Wagler,1827	91	28	86	29
	シジュウカラ	シジュウカラ	<i>Parus minor</i> Temminck & Schlegel,1848	11	8	9	6
	ツバメ	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	0	0	16	7
	ヒヨドリ	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i> Temminck,1830	193	28	45	20
	メジロ	メジロ	<i>Zosterops japonicas</i> Temminck & Schlegel,1845	37	13	0	0
	ヨシキリ	オオヨシキリ	<i>Acrocephalus orientalis</i> Temminck & Schlegel, 1847	0	0	1	1
スズメ	セッカ	セッカ	<i>Cisticola juncidis</i> Rafinesque, 1810	0	0	1	1
	ムクドリ	ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i> Temminck,1835	156	12	179	14
	ヒタキ	シロハラ	<i>Turdus pallidus</i> Gmelin,1789	5	5	0	0
		ツグミ	<i>Turdus naumanni</i> Temminck,1820	12	10	0	0
		ジョウビタキ	<i>Phoenicurus aureus</i> Pallas,1776	3	3	0	0
		イソヒヨドリ	<i>Monticola solitaries</i> Linnaeus,1758	0	0	1	1
スズメ	スズメ		<i>Passer montanus</i> Linnaeus,1758	1,129	29	1,239	29
	セキレイ	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus,1758	31	20	1	1
	アトリ	カワラヒワ	<i>Chloris sinica</i> Linnaeus,1766	4	2	5	3
	ムクドリ	ハッカチョウ	<i>Acridotheres crisatellus</i> Linnaeus, 1766	0	0	7	1
合計				2,321		2,227	

## (2) 各バッファ内の緑被率と土地被覆の傾向

越冬期において抽出された緑地を図 3-15 に示した。また、繁殖期において抽出された緑地を図 3-16 に示した。各公園から 50m 間隔で 500m まで開いたバッファ内の緑被率と建築物の被覆割合、開放水域の被覆割合のそれぞれの平均値と標準誤差は図 3-17 に示した。各バッファを占める建築物の被覆割合は 0.35 前後で推移し、緑被率は越冬期、繁殖期ともにバッファの半径が大きくなるほどわずかに増加し、開放水域の被覆割合はバッファの半径が大きくなるほど増加していた。

周辺の規模の大きな樹林地と重なる、異なる半径ごとのバッファの個数は図 3-18 に示した。これをみると、50m 圏内でのバッファは、ひとつも樹林地とは重なってはいないが、100m から 250m 以降にかけて各樹林地や河川と重なるバッファでは個数が増加していることが読み取れる。これらのことから、各バッファに占める開放水域の被覆割合がバッファの半径が大きくなるほど増加しているのは、周囲の河川（淀川や大川）と接するバッファの数が増加するためであると解釈できた。



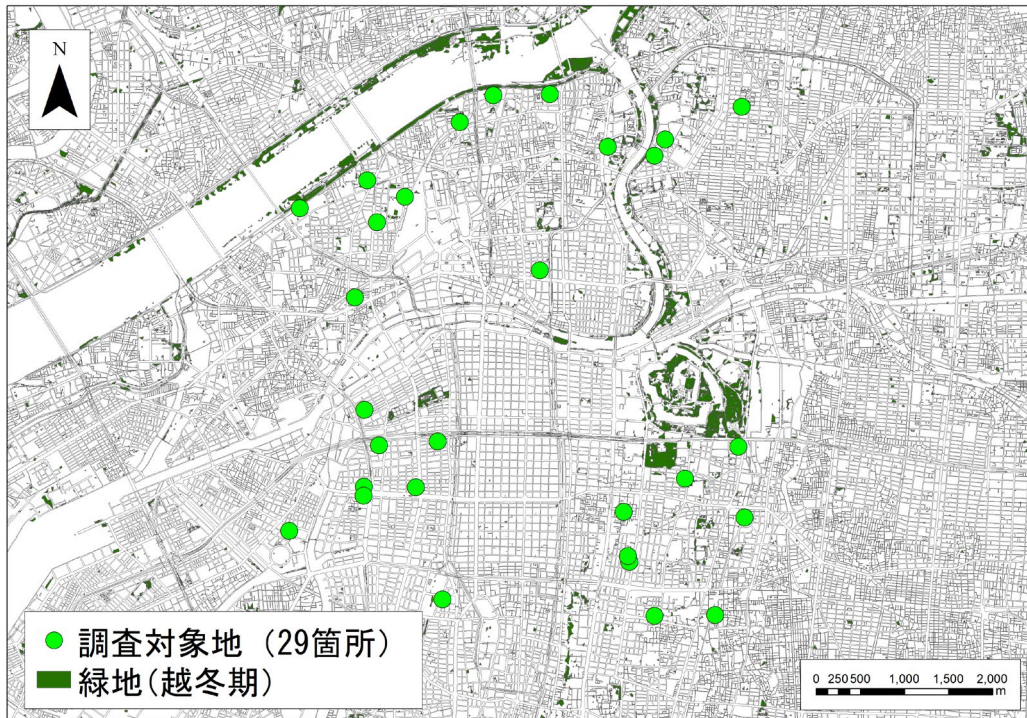


図 3-15 越冬期における NDVI による緑地の抽出

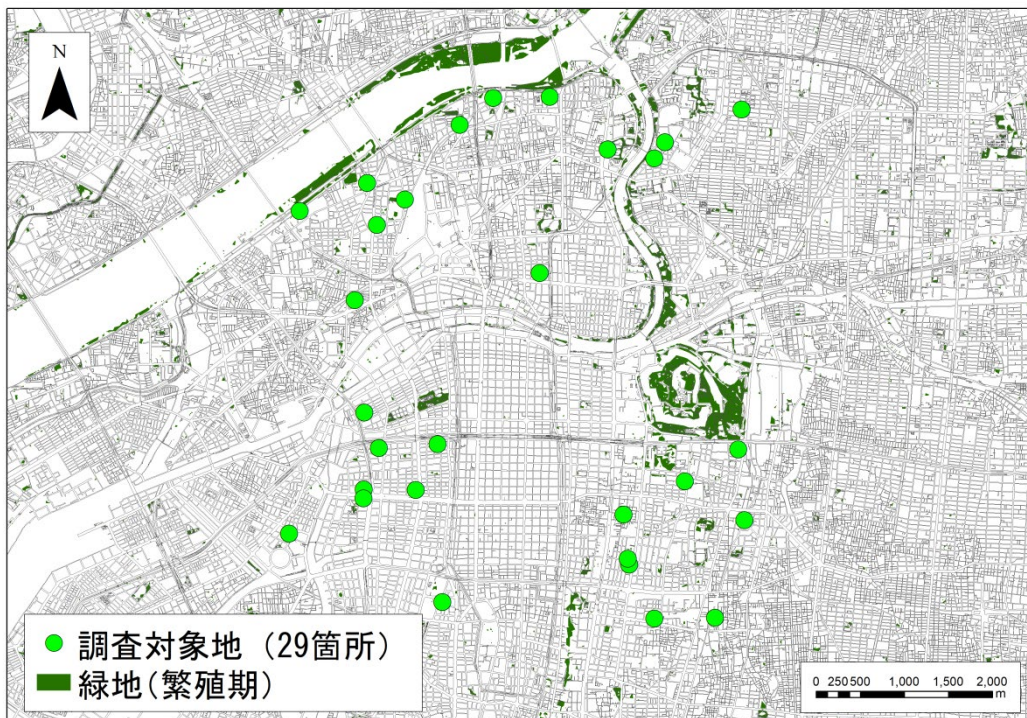


図 3-16 繁殖期における NDVI による緑地の抽出

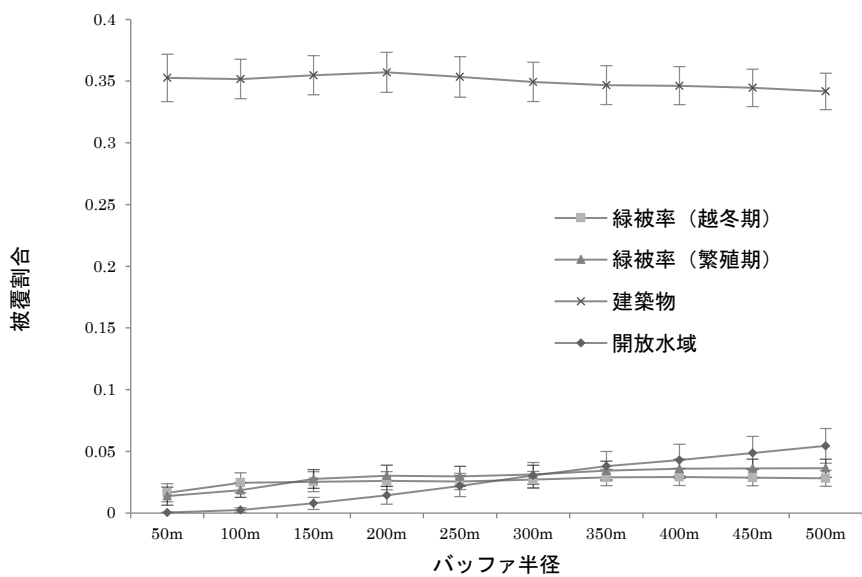


図 3-17 バッファ半径ごとの土地被覆割合 (平均値)

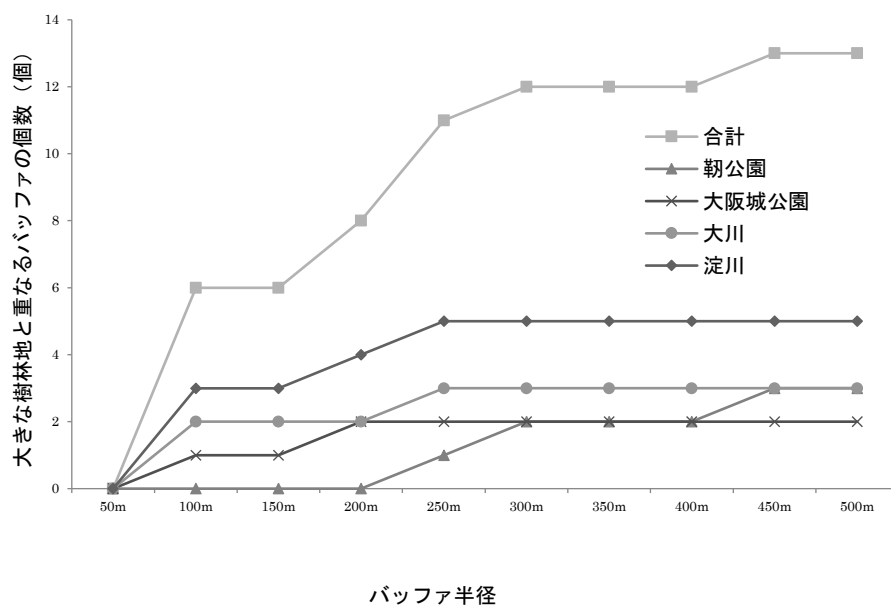


図 3-18 各スケールのバッファと周辺樹林地との重なり

### (3) 階層ベイズモデル

階層ベイズモデルに基づく MCMC によるパラメータの推定値の結果を、表 3-6 と表 3-7 に示した。越冬期・繁殖期ともに、得られたサンプルが発散せずに各バッファ内の緑被率と各種の確認回数との間に有意な関係が認められた変数を含むモデルは限られており、以下の通りであった。越冬期についてはヒヨドリ（それぞれ 300m から 500m 圏内）とハクセキレイ（それぞれ 50m, 100m, 250m, 300m 圏内），シロハラ（それぞれ 150m から 500m 圏内）のみであり，繁殖期についてはドバト（100m 圏内）とシジュウカラ（500m 圏内），ツバメ（100m 圏内）のみであった。

表 3-6 越冬期における階層ベイズモデルに基づく MCMC サンプルングによるパラメータの中央値と 95%信用区間

バッファ半径	推定値	シロハラ			ヒヨドリ			ハクセキレイ		
		$\beta_1$	$\beta_2$	s	$\beta_1$	$\beta_2$	s	$\beta_1$	$\beta_2$	s
50m	95%	-	-	-	-	-	-	-0.5	29.35	1.6
	中央値	-	-	-	-	-	-	-1.05	14.17	0.49
	5%	-	-	-	-	-	-	-1.73	0.41	0.03
100m	95%	-	-	-	-	-	-	-0.56	28.05	1.47
	中央値	-	-	-	-	-	-	-1.17	13.26	0.45
	5%	-	-	-	-	-	-	-1.89	2.11	0.03
150m	95%	-4.72	76.95	7.04	-	-	-	-	-	-
	中央値	-2.81	23.32	1.41	-	-	-	-	-	-
	5%	-13.26	2.66	0.09	-	-	-	-	-	-
200m	95%	-4.99	82.27	5.42	-	-	-	-	-	-
	中央値	-2.94	30.46	1.21	-	-	-	-	-	-
	5%	-11.62	6.28	0.05	-	-	-	-	-	-
250m	95%	-3.06	110.17	10.83	-	-	-	-0.61	32.66	1.47
	中央値	-5.09	35.47	1.07	-	-	-	-1.24	15.25	0.5
	5%	-18.12	8.18	0.06	-	-	-	-2.05	1.28	0.03
300m	95%	-3.07	98.61	6.67	2.93	69.19	3.07	-0.57	31.78	1.38
	中央値	-5.24	34.67	1.22	1.43	26.36	1.05	-1.25	15.38	0.43
	5%	-12.6	3.89	0.06	0.53	0.51	0.06	-2.06	1.67	0.01
350m	95%	-2.99	94.31	6.63	2.7	76.88	3.13	-	-	-
	中央値	-5.1	31.2	1.39	1.26	31.64	1.09	-	-	-
	5%	-13.74	2.01	0.09	0.41	1.89	0.12	-	-	-
400m	95%	-2.89	88.79	5.7	2.61	90.9	2.84	-	-	-
	中央値	-4.94	28.42	1.33	1.18	37.32	0.98	-	-	-
	5%	-11.36	1.32	0.04	0.26	3.76	0.05	-	-	-
450m	95%	-2.88	88.67	6.75	2.65	95.41	3.01	-	-	-
	中央値	-4.9	27.94	1.29	1.19	38.35	1.02	-	-	-
	5%	-12.5	-0.45	0.03	0.17	5.21	0.14	-	-	-
500m	95%	-2.8	91.32	6.1	2.44	108.38	3	-	-	-
	中央値	-4.87	27.32	1.4	1.11	43.89	1.05	-	-	-
	5%	-12.1	-2.43	0.07	0.07	6.91	0.07	-	-	-

表 3-7 繁殖期における階層ベイズモデルに基づく MCMC サンプルングによる  
パラメータの中央値と 95%信用区間

バッファ半径	推定値	ドバト			ツバメ			シジュウカラ		
		$\beta_1$	$\beta_2$	s	$\beta_1$	$\beta_2$	s	$\beta_1$	$\beta_2$	s
50m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100m	95%	4.33	-3.32	3.37	-2.72	142.17	8.68	-	-	-
	中央値	2.45	-25.51	1.211	-5.17	51.35	3.19	-	-	-
150m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
350m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
450m	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	中央値	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500m	95%	-	-	-	-	-	-	-2.7	79.14	6.7
	中央値	-	-	-	-	-	-	-4.61	27.32	1.38
500m	95%	-	-	-	-	-	-	-11.77	0.67	0.1
	中央値	-	-	-	-	-	-	-11.77	0.67	0.1

#### 3-2-4. 考察

開設場所や植栽の違いといった各公園の属性による影響を考慮した階層ベイズモデルの結果，都心部の都市公園においてマトリクス<sup>2)</sup>の緑被率と確認回数との間に有意な関係があると考えられた種は，果実食性であり植物の種子散布を行なう種<sup>142)</sup>である越冬期のヒヨドリとシロハラであった。階層ベイズモデルの結果から，ヒヨドリの確認回数は300mから500mのバッファ内における緑被率と有意な正の関係性を示し，シロハラの確認回数は150mから500m圏内のバッファ内の緑被率と有意な正の関係性を示していた。この結果から，どちらの種も比較的半径の大きなバッファと関係していたことがわかる。

図3-24より，バッファの半径が大きくなるほど各バッファと重なる樹林地の数が増加しており，都市域のマトリクスにおける鳥類相を規定する要因としては，各既往研究<sup>47, 89, 90, 112, 143)</sup>の中では樹林地や農耕地といった周辺の生息地の存在による効果が報告されている。これらのことから，越冬期におけるヒヨドリとシロハラの確認回数は，まず周辺の樹林地から影響を受けていることが推測できる。加えて，階層ベイズモデルの結果からは，ヒヨドリやシロハラ<sup>2)</sup>の出現確率は都心部のマトリクスの緑被率からも影響を受けているという解釈が考えられる。越冬期においては食物が比較的少なくなることから，鳥類はより広範囲の空間に出現する可能性がある<sup>26)</sup>とも考察されている。これらの種は，ともに果実食性の鳥類であるため，周辺の樹林地のみならず，マトリクスにおいて植栽されている樹木の果実等を活用している可能性も考えられる。

また，マトリクスの緑被率と有意な関係性を示したものの，緑被率は出現する際の間接要因だと考えられたのは，越冬期のハクセキレイと，繁殖期のシジュウカラとドバト，ツバメである。階層ベイズモデルの結果をみると，これらの種は一部の半径のバッファ内の緑被率とのみ有意な関係性を示している。今回，階層ベイズモデルとMCMCによって得られた結果を解釈する際の基準としては，95%信用区間に各パラメータの推定値が0をまたいでいないものを有意であると判断した。しかし，各半径のバッファ内の緑被率と偶然有意な結果を示した可能性も捨てきれない。特に，ハクセキレイやドバト，ツバメは都市

に順応して広範囲に分布<sup>26)</sup>しており、緑地との関わりは比較的少ないと考えられる種でもある。

ただし、繁殖期におけるシジュウカラは最もバッファ半径が大きい 500m 圏内の緑被率とのみ有意な正の関係性を示しており、これは周辺の樹林地との関係性を示しているものと考えられた。大阪市における繁殖期のシジュウカラに関する既往研究<sup>125)</sup>をみると、シジュウカラがある緑地に生息する確率には、緑地の周辺から 50m 圏内の樹冠面積が関わるが、緑地の重心から開いた半径 200m のバッファ内の樹冠面積も関わっているという結果が得られている。すなわち、緑被率もシジュウカラの出現に関わるため、今回のように都市公園を取り巻くマトリクス内の緑被率のみによる影響を検討した際には、周辺の樹林地による影響のみ示唆されるような結果が得られる可能性が考えられた。

### 3-3. 第3章のまとめ

本章では、鳥類調査や衛星画像の利用によって得られたデータを用いた統計解析によって、大阪市都心部の小規模な都市公園における鳥類出現に関わる要因を分析した。

第1節(3-1)では、大阪市都心部を対象として、都市型鳥類の分布の範囲や集中・ばらつきの度合い等の特徴を把握した。大阪市都心部に位置する2ha以下の都市公園130箇所において鳥類調査を実施し、比較的多く出現している種を対象としてカーネル密度推定による分析を実施した。

鳥類調査の結果、越冬期は2目12科17種10,959羽、繁殖期は3目14科17種9,773羽の鳥類が確認された。越冬期では、スズメが4,855羽とドバトが3,549羽、ヒヨドリが802羽、ハシブトガラスが602羽、ムクドリが468羽の順に多くの個体が確認された。繁殖期では、スズメが5,708羽とドバトが2,544羽、ムクドリが535羽、ハシブトガラスが523羽、ヒヨドリが172羽の順に多くの個体が確認された。これらの結果から、ドバトとハシブトガラス、スズメ、ヒヨドリ、ムクドリは越冬期と繁殖期のいずれにおいても、都心部の都市公園では優占種であることが明らかになった。その他の種については樹林性鳥類であるコゲラ（繁殖期：8羽）やシジュウカラ（越冬期：86羽、繁殖期：33羽）、ウグイス（越冬期：2羽）、メジロ（越冬期：207羽、繁殖期：7羽）、シロハラ（越冬期：17羽）等が出現したが、上記の5種と比較しても個体数と確認地点数ともに多くはなかった。また、オオヨシキリ（繁殖期：1羽）やセッカ（繁殖期：2羽）、カワラヒワ（越冬期：26羽、繁殖期：10羽）等の草原性鳥類や昆虫食性であるモズ（越冬期：4羽）も確認されたが、樹林性鳥類よりもさらに少ない傾向であった。また、外来種であるハッカチョウ（繁殖期：9羽）も少数ながら確認された。

優占していた5種を対象としたカーネル密度推定の結果から、都心部の都市公園ではドバトとハシブトガラス、スズメ、ヒヨドリ、ムクドリがそれぞれ集中的に分布している空間が存在すること、種によってあるいは時期によって分布の傾向に違いがみられることが明らかになった。対象とした範囲内における中心部の空間では、いずれの種についても推定値は低い値を示した。加えて、北区の新御堂筋沿い、淀川付近の空間では、越冬期のドバトとヒヨドリ、スズ

メ、ムクドリや繁殖期のムクドリが集中的に分布している結果が得られた。同様に、中央区の大阪城公園よりも南側から天王寺区の北部にかけての空間では、越冬期・繁殖期ともにハシブトガラスとドバトが集中的に分布している結果が得られた。これらはいずれも大規模な緑地の近傍ではあるが、同じ近傍であっても大阪城公園の北側の空間では高い推定値が得られていない等、これらの種が集中して分布するには局所的な要因も関わっている可能性が考えられた。

第2節(3-2)では、どのような種が都市公園のマトリクスにおける緑被率からの影響を受けているのかを明らかにした。上記の130箇所の都市公園の中から、開設面積が比較的近い大きさの公園29箇所において越冬期と繁殖期に鳥類調査を実施した。さらに、マトリクスにおける緑被が都市公園に出現する鳥類に与える影響を把握するために、階層ベイズモデルとMCMCのパラメータ推定による分析を実施した。

鳥類調査の結果、越冬期では2目11科15種2,321羽、繁殖期においては2目12科15種2,227羽の鳥類が確認された。越冬期に最も多く出現した種は、多い順にスズメが1,129羽、ドバトが614羽、ヒヨドリが193羽、ハシブトガラスが91羽、ハクセキレイが31羽であった。繁殖期に最も多く出現した種は、多い順にスズメが1,239羽、ハシブトガラスが86羽、ドバトが608羽、ヒヨドリが45羽、ムクドリが179羽であった。また、淀川に近い公園において繁殖期にオオヨシキリやセッカといった川原に出現する種や、外来種であるハッカチョウが確認された。

階層ベイズモデルとMCMCのパラメータ推定による分析の結果から、マトリクスの緑被から明確に影響を受けていると考えられたのは、越冬期におけるヒヨドリとシロハラであった。これらの種はともに果実食性の鳥類であり、植物の種子散布にも関わる種である。そのため、都市の生物多様性における外来種や園芸品種による攪乱を問題視する場合には、都心部のみならずその周辺域における外来樹種の鳥類による種子散布の実態把握は、今後の課題といえる。また、有意な関係が確認されなかった他の種については、マトリクスの緑被以外の要因の方が出現の有無に関わっていると考えられた。



以上の結果から、大阪市都心部の小規模な都市公園における都市型鳥類の出現には、マトリクス緑被率のみならず局所的な要因も関わっている可能性が示された。



## 第4章 総合考察

本章では、第2章と第3章で示された点と既往研究との比較を加えて、都心部の河川緑地と小規模な都市公園がエコロジカル・ネットワークの構成要素として都心部の鳥類生息空間の分断を防いでいるのかを総合的に考察した。また、都心部の生物多様性に関わる研究の今後の課題を提示した。

鳥類調査の結果から、大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園は主にスズメやドバト、ヒヨドリ、ハシブトガラス、ムクドリといった都市型鳥類によって利用されていることが明らかになった。これは周辺に位置する孤立林<sup>89)</sup>や建築物に付随する緑化空間<sup>91)</sup>、中心部の街路樹<sup>89)</sup>等の他の小規模な緑化空間における既往研究と同様の結果であった。

大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園では、メジロやシジュウカラ、ツグミ、シロハラ等の一部の樹林性鳥類が都市型鳥類に次いで多く出現した。都心部では限られた植栽面積の中で樹木を中心とした植栽整備がされていることから、このような結果が得られたと考えられる。都心部に植栽されている樹木は、ヒヨドリやキジバトが営巣のために利用されていることが報告されている<sup>134)</sup>。また、越冬期では一部の樹林性鳥類が採餌のために都市部に出現し、都市緑地を利用する冬鳥が飛来するために、繁殖期よりも越冬期の方がより幅広く緑地を利用される傾向にあることが既往研究<sup>26)</sup>において指摘されている。既往研究に加え本研究でも、都心部に植栽されている樹木の果実や種子等が、一部の樹林性鳥類によって少なからず食物として利用されている可能性が考えられた。

カワラヒワやセッカ、オオヨシキリ等の草原性鳥類は、淀川付近に位置する一部の都市公園においてのみ少数出現し、河川緑地ではほとんど出現しなかった。淀川にはこれらの種が生息できるようなヨシやオギ等の草本群落が生育している<sup>144)</sup>ことから、淀川近傍の都市公園でのみこのような結果が得られたと考えられる。一方で、今回対象とした大阪市都心部の河川緑地は親水空間として整備され、歩道はアスファルトによる被覆が大半を占め、河川自体も矢板護岸として整備がされ<sup>145)</sup>、河川幅も比較的狭い。河川幅が広くなることで土砂が溜まり、鳥類の種数が増加すること<sup>53)</sup>や、コンクリート三面張り護岸では川底

が平坦であるため土砂が堆積せず、植物が生育しないという報告<sup>146, 147)</sup>がみられることから、都心部の河川緑地は草原性鳥類が生息できるだけの草本類が生育できない空間であることが考えられた。また、カルガモやヒドリガモ等のカモ類やハクセキレイ等の種が水際のコングリートによって被覆された空間を休息や採餌のために利用していることも調査中に確認されたことから、現状の工法で整備された護岸でも特定の種によっては利用されていることが明らかになった。治水・利水の観点から安全面に最大限配慮した整備が最優先される都心部の河川緑地において、生息環境の異なる種が利用できる空間をどのように確保できるのかについては、更なる議論が必要である。

昆虫や小動物等を捕食するモズは小規模な都市公園ではほとんど確認されず、河川緑地においても少数しか観測されなかった。米国アリゾナ州フェニックス市における繁殖期に出現するスズメ目の鳥類を対象とされた研究<sup>148)</sup>では、昆虫食性の種は都市景観による影響を受けやすい可能性が報告されている。また、大阪府の樹林地における繁殖期の鳥類相を対象とした研究<sup>149)</sup>において、肉食性や昆虫食性の鳥類は10ha以下の樹林地にほとんど出現しないことから、これらの種は特に広い行動圏を有すると報告されている。つまり、都心部の小規模な緑化空間では、下位の生物相である昆虫類や小型の哺乳類等はモズのような肉食の種が安定して生息できるほど存在していないことが推察された。

近年、都市に分布域を拡大している報告<sup>37)</sup>がみられるイソヒヨドリは、大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園ではそれぞれ少数ながら出現した。建築物に付随する緑化空間における鳥類に関する既往研究<sup>91)</sup>でもイソヒヨドリは出現しており、高度に都市化した空間にイソヒヨドリは順応していることが考えられた。

周辺の大規模なパッチとしての淀川と大阪城公園との近接性が越冬期の河川緑地における一部の鳥類出現と有意な関係性を示した。淀川や大阪城公園を生息地の拠点と捉えて、河川緑地への鳥類への移動を促すためには、大阪城公園付近の空間では樹木による植栽を充実させること、淀川付近の空間では緩衝帯や水際付近の植生を整備することが有効だと言える。さらに、周辺に位置する大規模なパッチとして考えられる大阪城公園における越冬期の鳥類調査の結果<sup>150)</sup>を参照すると、本研究では確認されていないようなルリビタキ (*Tarsiger*

*cyanurus* Pallas, 1773) やトラツグミ (*Zoothera dauma* Latham, 1790), エナガ (*Aegithalos caudatus* Linnaeus, 1758), ヤマガラ (*Poecile varius* Temminck & Schlegel, 1845), アオジ (*Emberiza spodocephala* Pallas, 1776), マヒワ (*Carduelis spinus* Linnaeus, 1758), シメ (*Coccothraustes coccothraustes* Linnaeus, 1758), イカル (*Eophona personata* Temminck & Schlegel, 1848), アトリ (*Fringilla montifringilla* Linnaeus, 1758) といった種が出現している。この結果から、大阪城公園は越冬期において都心部の大規模なパッチとして機能し、都心部の河川緑地と小規模な都市公園は大阪城公園ほど鳥類相が豊かな空間ではないことが考えられた。ただし、大阪城公園は大阪府で同様の面積を有する樹林地と比較して鳥類相が比較的貧弱であることが指摘されている<sup>90)</sup>ため、そもそも都心部は豊かな鳥類相を有する空間ではないことが考えられる。本研究で得られた結果を踏まえると、大阪市都心部の鳥類相は比較的貧弱ではあるが、大規模なパッチとして大阪城公園や淀川を中心として、河川緑地と小規模な都市公園は都市型鳥類や一部の樹林性鳥類に対してエコロジカル・ネットワークとしての機能を有している一方で、草原性鳥類や昆虫食・肉食性鳥類についてはその限りではないことが示された。

大阪市都心部の河川緑地と小規模な都市公園は、スズメやドバト、ハシブトガラス、ムクドリ、ヒヨドリ等の都市の環境に順応した種が優占する空間であった。本研究の結果から、これらの種が集中的に分布する都市公園の存在も確認され、これによる人間への被害が発生する可能性も今後は考慮する必要がある。鳥類は様々な生態系サービスをもたらす反面、視認性が高いために生態系サービスの方が認識されやすいことが指摘され<sup>39)</sup>、ムクドリの集団ねぐら形成による被害<sup>33)</sup>やハシブトガラスやハシボソガラスによるゴミの散乱<sup>31)</sup>といった問題が生じている。都心部で鳥類との共生を実現するためには、これらの種の分布に関わる要因把握が今後の課題として挙げられる。本研究の結果から、これらの種の出現には様々な要因が複合的に関わっていることが予想されたため、空間的特徴をさらに詳細に加味して分析が可能になるような条件付自己回帰モデル (Intrinsic CAR モデル) 等を用いた分析<sup>86, 101, 103)</sup>が必要だと考えられる。また、どのような状況下で人々は鳥類に対して不快に感じるのか、どこまで許容できるのか等の人間側からの評価と鳥類分布の傾向との擦り合わ

せも今後の課題である。

果実食性鳥類であるヒヨドリとシロハラは都市公園のマトリクスと有意な関係性を示した。ヒヨドリとシロハラは園芸品種や外来種を含む植物も種子散布する可能性がある種<sup>150)</sup>でもある。例えば、トウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Aiton.) やナンキンハゼ (*Triadica sebifera* (L.) Small) 等の外来種の都市域への分布の拡大については、ヒヨドリ等による果実食性の鳥類による影響であることが東京都<sup>151)</sup>や京都市<sup>152)</sup>、三田市<sup>153)</sup>等の都市における研究で報告されている。外来種の拡散による在来植生への影響を把握するためには、都市近郊も含めた空間における種子散布する鳥類の分布調査と植生調査を並行して実施する必要がある。

都心部の河川緑地と小規模な都市公園においてほとんど確認されなかった草原性鳥類と昆虫食・肉食性鳥類について、都心部の周辺にどの程度これらの種が出現する空間が存在し、都心部に出現しない要因を把握することで、エコロジカル・ネットワークの形成による種の多様性を豊かにする効果をより高められる知見につながると考えられる。

以上、都心部における河川緑地と小規模な都市公園の鳥類出現に関わる要因はそれぞれ複合的であることが示され、不足している都心部の生物多様性の現状の一端を示すことができたといえよう。

## 引用参考文献

- 1 )外務省 生物多様性条約 ホームページ：  
<<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/bio.html>> 2018.12.19 更新, 2020.12.11 閲覧
- 2 )環境省 生物多様性センター 生物多様性条約 ホームページ：  
<[http://www.biodic.go.jp/biolaw/jo\\_hon.html](http://www.biodic.go.jp/biolaw/jo_hon.html)> 2019.9.10 更新, 2020.12.9 閲覧
- 3 )環境省 (2012)：生物多様性国家戦略 2012-2020：環境省, 252pp
- 4 )環境省 愛知目標 (20 の個別目標) ホームページ：  
<[https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/aichi\\_targets/index\\_03.html](https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/aichi_targets/index_03.html)>  
2018.1.10 更新, 2020.6.13 閲覧
- 5 )国土交通省市・地域整備局公園緑地・景観課 (2008)：都市と生物多様性：  
国土交通省, 13pp
- 6 )URBIO2010 実行委員会 (2010)：URBIO2010 国際会議「都市における生物多様性とデザイン」報告書：環境省, 53pp
- 7 )国土交通省都市局 公園緑地・景観課 (2013)：都市の生物多様性指標 (簡易版)：国土交通省, 15pp
- 8 )日本公園緑地協会 緑の基本計画優良事例 40 選について ホームページ：  
<[https://www.posa.or.jp/wp/wp-content/uploads/2017/07/summary01\\_greenplan40.pdf](https://www.posa.or.jp/wp/wp-content/uploads/2017/07/summary01_greenplan40.pdf)> 2019.2.4. 更新, 2020.6.16.閲覧
- 9 )曾根直幸・上野裕介・栗原正夫 (2015)：都市における生物多様性保全に向けた緑の基本計画策定手法の現状：ランドスケープ研究 78(5), 615-618
- 10 )国土交通省都市局公園緑地・景観課 (2016)：都市の生物多様性指標 (素案)：国土交通省, 20pp
- 11 )国土交通省都市局公園緑地・景観課 (2018)：生物多様性に配慮した緑の基本計画策定の手引き：国土交通省, 99pp
- 12 )海老原学・森田紘圭 (2019)：ABINC, SEGES, JHEP の環境評価制度の比較を通じた都市緑化の価値について：日本緑化工学会誌 44(3), 455-459
- 13 )USDA Forest Service i-Tree Eco home page：  
<<https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>> 2020.6.18 更新, 2020.6.18 閲覧
- 14 )平林聡・徳江善宏・伊藤綾・Alexis Ellis・Robert Hoehn・今村史子・森岡千恵 (2016)：川崎市川崎区を事例とした i-Tree Eco による街路樹の生態系サービスおよびその貨幣価値の推定：日本緑化工学会誌 42(1), 44-49
- 15 )宮崎佑介 (2016)：市民科学と生物多様性情報データベースの関わり：日本生態学会誌 66, 237-246

- 16 )北海道環境財団 新セイヨウ情報～白いおしりをつかまえろ！～ ホームページ : <<https://seiyou-busters.net>> 2020.6.18.更新, 2020.6.18.閲覧
- 17 )Kadoya,H., Ishii,H.S., Kikuchi,R., Suda,S. and Washitani,I. (2019) : Using monitoring data gathered by volunteers to predict the potential distribution of the invasive alien bumblebee *Bombus terrestris*.: *Biological Conservation* 142, 1011-1017
- 18 )eBird home page : <<https://ebird.org/home>> 2020.6.18.閲覧, 2020.6.18.更新
- 19 )古川泰人 (2016) : 生物多様性情報をとりまくオープンサイエンスの状況と課題 : *日本生態学会誌* 66, 229-236
- 20 )木下剛・芮京祿 (2015) : リバプール市におけるグリーンインフラストラクチャーを実現する枠組みと手法 : *ランドスケープ研究* 78 (5), 767-772
- 21 )国土交通省 (2015) : 国土形成計画 (全国計画) : 国土交通省, 173pp
- 22 )国土交通省 (2015) : 社会資本整備重点計画 : 国土交通省, 92pp
- 23 )Lauf,S., Haase,D. and Kleinschmit,B. (2014) : Linkages between ecosystem services provisioning, urban growth and shrinkage -A modeling approach assessing ecosystem service trade-offs : *Ecological Indicators* 42, 73-94
- 24 )水野彩加・氏原岳人・阿部宏史 (2016) : わが国の空き家及び空き地対策の現状とコンパクトシティ政策との連携手法の提案 : *都市計画論文集* 51 (3), 1101-1108
- 25 )Guette,A., Gaüzère,P., Devictor,V., Jiguet,F., & Godet L. (2017) : Measuring the synanthropy of species and communities to monitor the effect of urbanization on biodiversity : *Ecological Indicator* 79, 139-154
- 26 )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
- 27 )Mckinney,M.L. (2002) : Urbanization, Biodiversity, and Conservation : *BioScience* 52(10), 883-890
- 28 )Gehrt,S.D., Brown,J.L. and Anchor,C. (2011) : Is the Urban Coyote a Misanthrope Synanthrope ? The Case from Chicago : *City and the environment* 40, 1-25
- 29 )Saito,M., Koike,F. (2013) : Distribution of Wild Mammal Assemblages along an Urban-Rural-Forest Landscape Gradient in Warm-Temperate East Asia : *PLOS ONE* 8(5), 1-11
- 30 )三上かつら・三上修 (2015) : 冬期におけるスズメの住宅地利用と営巣場所への執着 : *日本鳥学会誌* 64(2), 227-236
- 31 )藤田紀之・東淳樹・服部俊宏 (2013) : 盛岡市におけるハシブトガラス・ハシボソガラスの生息分布と土地利用に対する選好性 : *農業農村工学会論文集* 287, 19-26



- 32 )松尾淳一 (2005) : 大阪におけるハシブトガラス, ハシボソガラスの針金ハンガー利用巣と緑被率との関係 : *Strix* 23, 75-81
- 33 )水口仁人・福井亘・宮本脩詩・高林裕 (2020) : 京都市堀川上立売から堀川今出川の区間の街路樹空間における鳥類集団ねぐら形成の現状 : *ランドスケープ研究 (オンライン論文集)* 13, 20-23
- 34 )国立研究開発法人国立環境研究所 侵入生物データベース ワカケホンセイインコ ホームページ :  
<<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/20090.html>>  
2017.1.25.更新, 2020.9.10.閲覧
- 35 )Strubbe,D. and Matthysen,E. (2007) : Invasive ring-necked parakeets *Psittacula krameri* in Belgium : habitat selection and impact on native birds : *Ecography* 30, 578-588
- 36 )水谷高英・叶内拓哉 (2017) : フィールド図鑑 日本の野鳥 : 文一総合出版, 431pp
- 37 )川内博 (2019) : 全国調査「イソヒヨドリはなぜ内陸部に進出するのか」東京圏調査開始にあたって: *都市鳥研究会誌* 36, 2-14
- 38 )福井亘 (2019) : 城市的生物多様性与环境-以日本城市与近郊的鸟类指标为例 : *西部人居环境学刊* 34 (3), 8-18
- 39 )風間健太郎 (2015) : 鳥類がもたらす生態系サービス : *日本鳥学会誌* 64 (1), 3-23
- 40 )Forman,R.T.T. and Godron,M. (1986) : *Landscape Ecology* : JOHN WILEY & SONS, 619pp
- 41 )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
- 42 )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分布に影響する要因 : *ランドスケープ研究* 66(5), 631-634
- 43 )Gavareski,C.A. (1976) : Relation of park size and vegetation to urban bird populations in Seattle, Washington : *The Condor* 78, 375-382
- 44 )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
- 45 )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 : *ランドスケープ研究* 59(5), 77-80
- 46 )Ramirez,P.C. and Zulia,I. (2011) : The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city : *Landscape and Urban Planning* 100, 213-222
- 47 )鶴川健也・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
- 48 )福井亘 (2020) : 京都市の街路樹二段階剪定と評価 : *GREEN AGE* 47(10), 15-18

- 49 )Wood,E.M. and Esaian,S. (2020) : The importance of street trees to urban avifauna : *Ecological Applications* 0(0), 1-20
- 50 )Young,K.M., Daniels,C.B., and Johnston,G. (2007) : Species of street tree is important for southern hemisphere bird trophic guilds : *Austral Ecology* 32, 541-550
- 51 )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
- 52 )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
- 53 )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数, 個体数との関係 : *Strix* 7, 203-212
- 54 )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
- 55 )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
- 56 )Nelson,G.S. and Nelson,S.M. (2001) : Birds and butterfly communities associated with two types of urban riparian areas : *Urban Ecosystem* 5, 95-108
- 57 )Brummelhaus,J., Bohn,M.S. and Petry,M.V. (2012) : Bird community structure in riparian environments in Cai River, Rio Grande do Sul, Brazil : *Biotemas* 25(2), 81-96
- 58 )鈴木弘之 (2010) : 河川における冬期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
- 59 )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に— : *景観生態学* 13(1, 2), 55-69
- 60 )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(2), 189-201
- 61 )中川優奈・三上かつら・三上修 (2017) : 河川が都市の鳥類多様性に与える影響 : 函館市亀田川の事例: *日本鳥学会誌* 66(2), 133-143
- 62 )Doxa,A., Bas,Y., Paracchini,M.L., Pointereau,P., Terres,J.M. & Jiguet,F. (2010) : Low-intensity agriculture increases farmland bird abundances in France : *Journal of Applied Ecology* 47, 1348-1356
- 63 )福井亘・近藤公夫・安部大就・増田昇 (1996) : 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

- 64)濱田梓・福井亘・水島真 (2014) : 京都近郊部の農地形態と鳥類生息の関わりについて : 日本緑化工学会誌 40(1), 114-119
- 65)濱田梓・福井亘・水島真 (2015) : 京都市近郊部における農村土地利用の連続度と鳥類生息との関わりについて : 日本緑化工学会誌 41(1), 145-150
- 66)Morelli,F. (2013) : Relative importance of marginal vegetation (shrubs, hedgerows, isolated trees) surrogate of HMV farmland for bird species distribution in Central Italy : Ecological Engineering 57, 261-266
- 67)福井亘・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連に関する研究 : ランドスケープ研究 61(5), 545-550
- 68)前田琢・吉田保志子 (2008) : 水田の冬期湛水がもたらす鳥類への影響 : 日本鳥学会誌 58(1), 55-64
- 69)濱田梓・福井亘・水島真・瀬古祥子 (2016) : 広域的視点による都市および近郊農業地の土地利用状況と鳥類との関係 : 日本緑化工学会誌 42(1), 62-67
- 70)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
- 71)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
- 72)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
- 73)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
- 74)Song,W. and Kim,E. (2016) : Landscape factors affecting the distribution of the great tit in fragmented urban forests of Seoul, South Korea : Landscape Ecological Engineering 12, 73-83
- 75)Tremblay,M.A. and St. Clair, C.C. (2009) : Factors affecting the permeability of transportation and riparian corridors to the movements of songbirds in an urban landscape : Journal of Applied Ecology 46, 1314-1322
- 76)Orłowski,G. (2008) : Roadside hedgerows and trees as factors increasing road mortality of birds: Implications for management of roadside vegetation in rural landscapes : Landscape and Urban Planning 86, 153-161
- 77)樋口広芳・黒沢令子 (2009) : 鳥の自然史【空間分布をめぐって】 : 北海道大学出版会, 254pp
- 78)鶴川健也・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
- 79)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

- 80 )Taylor J.J., Lepczyk C.A. and Brown D.G. (2016) : Patch and matrix level influences on forest birds at the rural-urban interface : *Landscape Ecology* 31, 1005-1020
- 81) Kennedy,C.M., Marra,P.P., Fagan,W.F. and Neel, M.C. (2010) : Landscape matrix and species traits mediate responses of Neotropical resident birds to forest fragmentation in Jamaica : *Ecological Monographs* 80(4), 651-669
- 82 )Dunford,W. and Freemark.K. (2005) : Matrix matters : effects of surroundings land uses on forest birds near Ottawa, Canada : *Landscape Ecology* 20, 497-511
- 83 )Shoffner,A., Wilson,A.M., Tang,W. and Gagne,S.A. (2018) : The relative effects of forest amount, forest configuration, and urban matrix quality on forest breeding birds: *Scientific Reports*, 1-12
- 84 )土屋一彬・斎藤昌幸 (2018) : 都市の生物多様性は何を目的や対象としてきたか？国内研究の動向分析 : *保全生態学研究* 23, 265-278
- 85 )常松展充・横山仁・本條毅・市橋新・安藤晴夫・山形与志樹・村上大輔・執行宜彦 (2016) : 東京都区部における夏季晴天日真昼の上向き赤外放射量分布と土地利用の関係 : *東京都環境科学研究所年報* 2016, 76-82
- 86)深澤圭太・石濱史子・小熊宏之・武田知己・田中信行・竹中明夫 (2009) : 条件付自己回帰モデルによる空間自己相関を考慮した生物の分布データ解析 : *日本生態学会誌* 59, 171-186
- 87 )大阪市 (2013) : 新・大阪市緑の基本計画 : 大阪市, 84pp
- 88 )三菱地所株式会社 「(仮称) うめきた 2 期地区開発事業始動」 ホームページ : <[https://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec200325\\_umekita2.pdf](https://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec200325_umekita2.pdf)> 2020.3.24.更新, 2020.12.8.閲覧
- 89 )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
- 90 )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
- 91 )松本綾乃・福井亘・高林裕 (2019) : 都市建築に付随する緑化空間の内部環境および階層構造と鳥類出現の関係 : *ランドスケープ研究* 82(5), 713-718
- 92 )松本綾乃・福井亘・宮本脩詩 (2017) : 建築物に付随する小規模緑化空間の環境特性と鳥類生息の関係 : *ランドスケープ研究* 80(5), 735-738
- 93 )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
- 94 )水谷高英・叶内拓哉 (2017) : フィールド図鑑 日本の野鳥 : 文一総合出版, 431pp
- 95 )Bibby,C.J., Burgess,N.D., Hill,D.A. and Mastoe,S.H. (2000) : Bird census techniques second edition : Academic Press, 65-90

- 96)宮下直・野田隆史 (2003) : 群集生態学 : 東京大学出版会, 77-79.
- 97)玉井信行・奥田重俊・中村俊六 (2000) : 河川生態環境評価法 潜在自然概念を軸として : 東京大学出版会, 270pp
- 98)加藤和弘 (1996) : 生物群集の多変量解析とその地域環境計画への応用 : ランドスケープ研究 60(1), 46-55
- 99)Hill,M.O. (1979) : TWINSPLAN A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes : Section of Ecology and Systematica, 90pp
- 100)豊田秀樹 (2012) : 回帰分析入門 R で学ぶ最新データ解析 : 東京図書, 252pp
- 101)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, 267pp
- 102)岩波データサイエンス刊行委員会 (2015) : 岩波データサイエンス vol.1 特集 ベイズ推論とMCMCのフリーソフト : 岩波書店, 144pp
- 103)伊庭幸人 (2018) : ベイズモデリングの世界 : 岩波書店, 180pp
- 104)国土地理院 植生指標データについて ホームページ :  
<<https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/ndvi.html>> 2020.11.15.更新, 2020.11.15.閲覧
- 105)Silverman,B.W. (1986) : Density Estimation for Statistics and Data Analysis : Chapman and Hall, 22pp
- 106)Chris,B. and Lex,C. 著, 湯谷啓明・工藤和奏・市川太祐訳 (2018) : Rによる地理空間データ解析入門 : 共立出版, 393pp
- 107)ESRI カーネル密度 (Kernel Density) の詳細 ホームページ :  
<<https://desktop.arcgis.com/ja/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-kernel-density-works.htm>> 2020.8.3.更新, 2020.11.15.閲覧
- 108)福井亘・山本聡 (2010) : 圍繞景観における景観要素抽出の簡素化手法について : ランドスケープ研究 73(5), 559-562
- 109)大阪府 グランドデザイン・大阪 ホームページ:  
<<http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/16598/00000000/granddesign.pdf>>  
2019.9.19.更新, 2020.12.4.閲覧
- 110)大阪市 景観政策地域の概要 ホームページ :  
<<https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/cmsfiles/contents/0000415/415030/keikannkeiseitiiki.pdf>> 2017.10.23.更新, 2020.12.4.閲覧
- 111)真木広造・大西敏一・五百澤日丸 (2014) : 決定版.日本の野鳥 650 : 平凡社, 738pp.
- 112)宮本脩詩・福井亘・高林裕 (2019) : 街区公園に出現する繁殖期の鳥類相に小規模線状緑地が与える移動路としての寡少な影響 : ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 12, 1-9

- 113)和田岳 (1999) : 大阪市内の公園で繁殖する鳥の種類について : 大阪市立自然史博物館研究報告 53, 57-67
- 114)大阪市環境局環境管理部環境管理課 (2011) : 大阪市水環境計画 (改訂) : 大阪市, 89pp
- 115)大阪市建設局下水道河川部河川課 (2010) : 大阪の川 : 大阪市, 4-5
- 116)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
- 117)大阪市都市計画局計画部都市計画課 (2017) : 風致地区における建築等において : 大阪市, 4pp
- 118)R Core Team (2020) : R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria home page: <<https://www.R-project.org/>> 2020.6.22 更新, 2020.9.17 閲覧
- 119)Brostrom,G. : glmmML : Generalized Linear Models with Clustering. R package version 1.1.1. home page : <<https://CRAN.R-project.org/package=glmmML>> 2020.12.4.更新, 2020.12.8.閲覧
- 120)Bartoń,K. : MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. home page : <<https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>> 2020.12.4.更新, 2020.12.8.閲覧
- 121)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
- 122)Mason,C.F., Hofmann,T.A. & Macdonald,S.M. (2006) : The winter bird community of river corridors in eastern England in relation to habitat variables : *Ornis Fennica* 83, 73-85
- 123)藤田紀之・服部俊宏・東淳樹・尾上舞・矢澤正人・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
- 124)黒沢令子・成末雅恵・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
- 125)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
- 126)Fernandez-Juricic,E. (2000) : Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape : *Conservation Biology* 14, 513-521
- 127)百瀬浩・伊勢紀・橋本啓史・森本幸裕・藤原宣夫 (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
- 128)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

- 129)Vitório J. G. · Frenedozo,R.C., and Barbosa,K.V.C. (2019) : Habitat use and home range of a migratory bird, *Myiodynastes maculatus solitarius*, in an urban park in the Atlantic Forest, Brazil: *Revista Brasileira de Ornitologia* 27(2), 115-121
- 130)O'Brien,S.H., Webb,A., Brewer,M.J. and Reid,J.B. : (2012) Use of kernel density estimation and maximum curvature to set Marine Protected Area boundaries : Identifying a Special Protection Area for wintering red-throated divers in the UK : *Biological Conservation* 156, 15-21
- 131)Aronson MFJ et al. (2014) : A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers: *Proceeding of the Royal Society B* 281, 1-8
- 132)Sacchi,R., Gentilli,A., Razzetti,E. and Barbieri,F. (2002) : Effects of building features on density and flock distribution of feral pigeons *Columba livia var.domesticain* an urban environment : *Canadian Journal of Zoology* 80, 48-54
- 133)三上修 (2009) : 日本におけるスズメの個体数減少の実態 : *日本鳥類学会誌* 58(2), 161-170
- 134)松尾淳一 (2004) : 大阪市中心部の街路樹におけるキジバト・ヒヨドリの営巣位置 : *Strix* 22, 117-124
- 135)黒田長久 (1960) : ムクドリ調査第 3 報 繁殖期から秋への就峙行動 (2 東京及び以西) : *日本生態学会誌* 10(4), 148-153
- 136)Gavareski, C.A. (1976) : Relation of park size and vegetation to urban bird populations in Seattle, Washington : *The Condor* 78, 375-382
- 137)高橋俊守 (2019) : 衛星画像を用いた宇都宮市における神社周辺の緑地群の分布特性に関する考察 : *ランドスケープ研究* 82(5), 709-712
- 138)Labib,S.M. and Harris,A. (2018) : The potentials of Sentinel-2 and Land Sat-8 data in green infrastructure extraction, using object based image analysis (OBIA) method : *European Journal of Remote Sensing* 51(1), 231-240
- 139)European Space Agency Sentinel-hub EO Browser home page : <<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>> : 2020.12.8.更新 , 2020.12.8.閲覧
- 140)Plummer,M. (2016) : rjags : Bayesian graphical models using MCMC home page : <<https://CRAN.R-project.org/package=rjags>> 2020.2.27 更新, 2020.2.28 閲覧
- 141)Plummer,M. (2003) : JAGS : A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling : *DSC 2003 working papers*, 1-8
- 142)唐沢孝一 (1978) : 都市における果実食種の食性と種子散布に関する研究 : *鳥* 27, 1-20
- 143)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
- 144)大阪府・大阪市 (仮称) 淀川左岸線延伸部環境影響評価書ホームページ : <<https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/cmsfiles/contents/0000372/372375/hyokasyo5.pdf>> 2016.11.25.更新, 2020.11.29.閲覧
- 145)大阪府淀川水系西大阪ブロック河川整備計画ホームページ : <[http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/4127/00011399/seibikeikaku\(nishioosaka\).pdf](http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/4127/00011399/seibikeikaku(nishioosaka).pdf)> 2015.4.13 更新, 2018.2.10 閲覧
- 146)佐々木宏展・大澤剛士・久加朋子・前田知己・石田裕子・清水洋平・三橋弘宗 (2011) : コンクリート三面張り河川における生息場所不均一性と底生動物の群集構造の関係 : 人と自然 22, 13-20
- 147)島谷幸宏・小栗幸雄・萱場祐一 (1994) : 中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化 : 水工学論文集 38, 337-344
- 148)Litteral, J. and Wu, J. (2012) : Urban landscape matrix affects avian diversity in remnant vegetation fragments: Evidence from the Phoenix metropolitan region, USA : Urban Ecosyst 15, 939-959
- 149)Natsuhara, Y. and Imai, C. (1999) : Prediction of species richness of breeding birds by landscape-level factors of urban woods in Osaka Prefecture, Japan : Biodiversity and Conservation 8, 239-253
- 150)福嶋司 (2005) : 植生管理学 : 朝倉書店, 130-135
- 151)吉永知恵美・亀山章 (2001) : 都市におけるトウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Ait.) の分布拡大の実態 : 日本緑化工学会誌 27(1), 44-49
- 152)故選千代子・森本幸裕 (2002) : 京都市街地における鳥被食散布植物の実生更新 : ランドスケープ研究 65 (5) , 599-602
- 153)石田弘明・服部保・山戸美智子 (1998) : 都市林の生態学的研究 II. 三田市フラワータウンにおける緑化樹木の孤立二次林への侵入 : 人と自然 9, 27-32



## 図表リスト

### 第 1 章

図 1-1 研究フロー

図 1-2 研究対象地

### 第 2 章

図 2-1 調査対象地

図 2-2 調査ルートに沿って連続的に発生させた方形区

図 2-3 緩衝帯

図 2-4 越冬期における正準判別分析の散布図

図 2-5 繁殖期における正準判別分析の散布図

図 2-6 調査対象地

図 2-7 調査ルートと方形区の作成

表 2-1 土地被覆の分類

表 2-2 土地被覆の全体の占有割合の平均値と標準偏差

表 2-3 鳥類調査結果

表 2-4 越冬期の重回帰分析結果

表 2-5 繁殖期の重回帰分析結果

表 2-6 越冬期の TWINSPAN の分類結果と鳥類出現割合

表 2-7 越冬期の正準判別分析結果

表 2-8 繁殖期の TWINSPAN の分類結果と鳥類出現割合

表 2-9 繁殖期の正準判別分析結果

表 2-10 方形区内の土地被覆

表 2-11 方形区周辺の環境条件の設定

表 2-12 方形区内の土地被覆の平均値と標準偏差

表 2-13 方形区周辺の環境条件の平均値と標準偏差

- 表 2-14 鳥類調査結果  
表 2-15 鳥類の出現頻度  
表 2-16 GLMM のモデル選択の結果

- 写真 2-1 中之島東部  
写真 2-2 中之島公園（バラ園）  
写真 2-3 中之島公園  
写真 2-4 中之島中央部  
写真 2-5 中之島西部  
写真 2-6 中之島中央部  
写真 2-7 大川西岸（南部）  
写真 2-8 大川西岸（南部）  
写真 2-9 大川東岸（中央部）  
写真 2-10 大川東岸（北部）  
写真 2-11 大川西岸（北部）  
写真 2-12 大川西岸（中央部）

### 第 3 章

- 図 3-1 調査対象地  
図 3-2 越冬期における各種の箱ひげ図  
図 3-3 繁殖期における各種の箱ひげ図  
図 3-4 越冬期におけるドバトのカーネル密度推定値  
図 3-5 繁殖期におけるドバトのカーネル密度推定値  
図 3-6 越冬期におけるハシブトガラスのカーネル密度推定値  
図 3-7 繁殖期におけるハシブトガラスのカーネル密度推定値  
図 3-8 越冬期におけるヒヨドリのカーネル密度推定値  
図 3-9 繁殖期におけるヒヨドリのカーネル密度推定値  
図 3-10 越冬期におけるスズメのカーネル密度推定値  
図 3-11 繁殖期におけるスズメのカーネル密度推定値

- 図 3-12 越冬期におけるムクドリのカーネル密度推定値  
図 3-13 繁殖期におけるムクドリのカーネル密度推定値  
図 3-14 調査対象地  
図 3-15 越冬期における NDVI による緑地の抽出  
図 3-16 繁殖期における NDVI による緑地の抽出  
図 3-17 バッファ半径ごとの土地被覆割合（平均値）  
図 3-18 各スケールのバッファと周辺樹林地との重なり

表 3-1 鳥類調査結果

表 3-2 越冬期におけるカーネル密度の推定値の要約統計量

表 3-3 繁殖期におけるカーネル密度の推定値の要約統計量

表 3-4 各種が集中的に分布した空間一覧

表 3-5 鳥類調査結果

表 3-6 越冬期における階層ベイズモデルに基づく MCMC サンプルングによる  
パラメータの中央値と 95%信用区間

表 3-7 繁殖期における階層ベイズモデルに基づく MCMC サンプルングによる  
パラメータの中央値と 95%信用区間

写真 3-1 調査対象地（高倉中央公園）

写真 3-2 調査対象地（豊崎西公園）

写真 3-3 調査対象地（鷺洲中公園）

写真 3-4 調査対象地（九条公園）

写真 3-5 調査対象地（大淀西公園）

写真 3-6 調査対象地（広小路公園）

写真 3-7 北区の新御堂筋沿い，淀川付近の空間（中津公園）

写真 3-8 西区の木津川の東側，長堀通と新なにわ筋の交差点を中心にした空  
間（土佐公園）

写真 3-9 中央区の大阪城公園よりも南側から天王寺区の北部にかけての空間  
（玉造公園）

写真 3-10 浪速区の桜川公園を中心とした空間（桜川公園）

写真 3-11 天王寺区の難波駅よりも東側で生玉公園を含む空間（生玉公園）

写真 3-12 大川付近に位置する長柄東公園を中心とした空間（長柄東公園）

## 発表論文一覧

高林裕・福井亘・宮本脩詩・瀬古祥子 (2016): 大阪市中之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

高林裕・福井亘・宮本脩詩 (2018): 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 : ランドスケープ研究 81(5), 695-698

高林裕・福井亘 (2020): 中心市街地におけるマトリクス内の緑被率が都市公園に出現する鳥類に与える影響 : ランドスケープ研究 83(5), 749-752



## 謝辞

本研究を進めるにあたって、京都府立大学大学院生命環境科学研究科ランドスケープ学研究室の福井亘准教授には、主査として大変お世話になりました。研究指導や調査への同行、海外での調査・研究のための後押しといった研究活動のみならず、日々の様々な場面で相談の機会を多く設けて下さり、ランドスケープに携わる上で大切な心構え・姿勢をいつも学ばせて頂きました。学部生の頃よりランドスケープ学研究室へ配属させて頂き、博士後期課程に至るまで長きにわたりご指導賜りましたことを、ここに心より感謝申し上げます。

京都府立大学大学院生命環境科学研究科森林計画学研究室の長島啓子教授と同研究科史的住環境学研究室の大場修教授、同研究科環境配慮型生活学研究室の山川肇教授には、副査として幾度にもわたる審査をはじめとして、公聴会における貴重なご意見・激励のお言葉を頂き、博士論文の内容を精査していただいたことを感謝致します。また、同研究科建築計画学研究室の河合慎介准教授と同研究科生活文化学研究室の松田法子准教授には、研究活動についていつも気にかけて下さり、激励のお言葉を頂きました。ここに感謝申し上げます。先生方には学部生の頃より長きにわたり大変お世話になりました。謹んで感謝申し上げます。

京都大学大学院農学研究科・地球環境学堂の柴田昌三教授には、ソウルや北京での研究交流会や、他の様々な研究へ参加させて頂く機会を多く設けて頂き、自身の研究の幅と視野を広げる経験に導いて下さりました。深く感謝致します。

一般財団法人日本造園修景協会の片山博昭様、野間秀行様、山田豊久様、井上雅裕様、小林亜純様、高橋ちぐさ様には、3年にわたる記念シンポジウムにスタッフとして携わる機会を設けて下さり、産・官・学の共同による造園の課題解決の在り方を学ばせて頂きました。これは自身の研究を進めていく上で大変貴重な得難い経験でした。謹んで感謝申し上げます。

国立華僑大学建築学院風景園林系の董靚様と烏雲巴根様、高江菡様には、福建省厦门市における生活と研究を支えて頂き、その経験が博士論文を進めていく上での大いなる刺激となりました。心より感謝致します。

日本造園学会及び日本緑化工学会において、今西純一様、大藪崇司様、岡田

準人様，上町あずさ様には学会の折に様々なご助言を頂きましたことをここに感謝申し上げます。また，貫名涼様，張平星様，小宅由似様，小田龍聖様，正田佑様，木村元則様，古野正章様，阿部建太様には，学会において交流する機会に恵まれ，研究に関して忌憚の無い意見を交わさせて頂いたことを厚く感謝申し上げます。

京都府立大学大学院生命環境科学研究科ランドスケープ学研究室の先輩方である水島真様，伊藤祥子様，水島梓様，松岡さつ紀様，宮本脩詩様，疋嶋大作様，松本綾乃様，寺田昌幸様，西田花笑様には，研究室に配属された当初から今に至るまで，研究のみならず私生活におきましても大変お世話になりました。同研究室の佐竹悠理様，何文琪様，山口史絵様，上田瑠香様，水口仁人様，藤原春奈様，矢本良様，今井瑠梨様，平松優生様，谷桃衣様，玉井由佳様，宋子君様，西本鉦太様，呂世嘉様，小岩実穂子様，谷敏史様，中村ひなた様，野原万莉様，植地俊輔様，中村悠花様，布井雅大様，藤代菜月様には，研究室における日々の活動の中でいつも心の支えにさせて頂きました。ランドスケープ学研究室で皆様と過ごした思い出の数々はここに書ききれものではありません，謹んで感謝申し上げます。また，京都大学大学院農学研究科・地球環境学堂の上野涼様，貴瀬翠様，崔麗華様をはじめとして，皆様とは研究を通して交流する機会が多く，終始楽しく研究に臨むことができました。ここに感謝致します。福井美香様には，いつも心身をお気遣い頂き，その優しさに支えられておりました。謹んで感謝申し上げます。

本研究は関わって下さった皆様の支えにより遂行することができました。最後に，博士後期課程に進学することを快諾し，いつも支えて下さった家族に感謝申し上げます。