

鳥類出現からみた
都市建築物に付随する緑化空間環境の研究

2020年

松本綾乃

博士論文

京都府立大学大学院 生命環境科学研究科 環境科学専攻

鳥類出現からみた

都市建築物に付随する緑化空間環境の研究

A study on the relationship between bird appearance and environmental characteristics of small green space with the urban architecture

2020

松本 綾乃

MATSUMOTO Ayano

目次

学位論文要旨	1
第1章：研究の目的ならびに構成	
1-1. 研究の背景	5
1-1-1. 都市における緑地の位置付け	5
1-1-2. 都市緑地整備の現状	7
1-1-3. 既往研究の整理	8
1-2. 目的と構成	9
1-3. 研究対象地の設定	11
第2章 都市部における緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係	
2-1. 研究方法	13
2-2. 調査対象地の設定	13
2-3. 調査方法	18
2-3-1. 環境調査	18
2-3-1-1. 内部環境（植生調査）	18
2-3-1-2. 植栽の立体構造	21
2-3-1-3. 外部環境	22
2-3-2. 鳥類調査	24
2-3-3. 分析方法	24
2-3-3-1. 多様度指数	24
2-3-3-2. 相関分析	25
2-3-3-3. nMDS（非計量多次元尺度構成法）	26
2-3-3-4. nMDS プロットと環境要因の関係	28
2-4. 調査結果	29
2-4-1. 環境調査	29
2-4-1-1. 内部環境	29
2-4-1-2. 外部環境	32
2-4-2. 鳥類調査	33
2-4-2-1. 繁殖期	33
2-4-2-2. 越冬期	35
2-5. 分析結果	37
2-5-1. 多様度指数	37
2-5-1-1. 繁殖期	37
2-5-1-2. 越冬期	37

2-5-2. 相関分析	38
2-5-2-1. 繁殖期	39
2-5-2-2. 越冬期	40
2-5-3. nMDS	41
2-5-3-1. 繁殖期	42
2-5-3-2. 越冬期	45
2-5-4. nMDS プロットと環境要因の関係	48
2-5-4-1. 繁殖期	48
2-5-4-2. 越冬期	49
2-6. 考察	50
2-6-1. 各グループの鳥類出現状況とその生態に関して	50
2-6-2. 各環境要素と鳥類出現の関係	51

第3章 都市部の緑化空間における環境特性と出現鳥類種毎への影響

3-1. 研究方法	53
3-2. 調査対象地の選定	53
3-3. 調査方法	55
3-3-1. 環境調査	55
3-3-2. 鳥類調査	55
3-4. 分析方法	56
3-4-1. 多様度指数	56
3-4-2. 相関分析	56
3-4-3. 重回帰分析	56
3-4-3-1. 重回帰分析とは	56
3-4-3-2. 評価指標について	57
3-5-1. 環境調査	59
3-5-1-1. 内部環境	59
3-5-1-2. 外部環境	61
3-5-2. 鳥類調査	62
3-6. 分析結果	66
3-6-1. 多様度指数	66
3-6-2. 相関分析	68
3-6-2-1. 繁殖期	69
3-6-2-2. 越冬期	70
3-6-3. 重回帰分析	71
3-6-3-1. 繁殖期	71
3-6-3-2. 越冬期	72
3-5. 考察	74

3-5-1. 都市小規模緑地における環境特性と鳥類出現の関係 74
3-7-2. 緑地形態の違い 75

第4章：総合考察

4-1. 都市部における緑化空間の環境特性と出現鳥種の関係 77
4-2. 都市部の緑化空間の環境特性と出現する鳥種毎への影響 77
4-3. 今後の課題 78

引用参考文献 81

図表リスト 87

発表論文一覧 91

謝辞 93

学位論文要旨

題目：鳥類出現からみた都市建築物に付随する緑化空間環境の研究

本研究では、都市域における緑化空間について、その環境特性と鳥類出現の関係を検討し、緑化空間の整備状況や河川などの外部環境が鳥類出現に与える影響を調べ取りまとめ、鳥類を指標とした生態的観点から都市の建築物に付随する緑化空間の可能性を示した。

第1章：研究の目的ならびに構成

都市域の緑地は、これまでの開発行為によって減少してきたが、近年では国や自治体による規制・条例などによる整備や屋上・壁面緑化技術の広まりなどにより、建築物に付随する緑化空間が増加しつつある。このような都市部における緑化空間は、都市域で活動する人々にとっても重要であるが、都市で活動する生き物にとっても重要なものとなっている。そのため、それらの緑化空間が都市域の生態系に与える影響について明らかにすることは重要であると考えられた。以上から本研究では、都市部における緑化空間の環境特性、すなわち植栽などの内部環境および河川までの距離などの外部環境と生態系の関係について、鳥類を指標として明らかにすることを目的とした。調査対象地としては、緑化空間を有する建築物が新旧さまざまに存在する場所として大阪市の中心を南北に縦貫する御堂筋沿いとし、屋上緑化や壁面緑化、建築敷地内に設けられた都市の小規模緑化空間を対象とした。なお、緑化空間の分析にあたっては地理情報システム（Geographic Information System, GIS）を用いた。

第2章：都市部における緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係

本章では、鳥類の出現傾向をもとに調査地点を類別し、それぞれに属する調査地点毎の植栽傾向を比較することで、緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係を検討した。内部環境の緑化の影響については、低木や中木が鳥類の出現に影響し、都市部の小規模緑地や大規模な都市緑地における既往の研究と同様の傾

向がみられた。加えて、鳥類出現に基づいた類別によって、鳥類出現傾向が似ている調査地点同士は環境特性が似通っているが例外も存在することを明らかにした。よって、都市部の小規模な緑化空間が全体の傾向とともに個々の事例について詳細を検討することで、より有用なデータが得られる可能性が示された。

本章では、植栽の立体性を評価するために「構造」と「構造スコア」という指標を設定した。「構造」は高木・中木の面積を合わせた高層植栽と、低木・草本の面積を合わせた低層植栽が重なっている部分の面積を算出したものである。また、「構造スコア」は緑被の絶対量が少なくとも階層構造の割合の多さを評価するために、「構造」の値をすべての緑被を平面的にみた面積で割ったものとして設定した。これにより、立体的な植栽であるかどうかを数値化でき、単純な平面面積とは異なった視点によって緑化空間の評価が可能となった。特に、屋上緑化においては重量等の制限があり立体的な植栽を進めていくことが重要になると考えられ、構造と構造スコア、そして鳥類出現を掛け合わせることで、簡易的な把握のための指標として利用可能性を検討していく意義を示した。

第3章：都市部の緑化空間における環境特性と出現鳥類種毎への影響

本章では、鳥類種毎に緑化空間の環境特性の影響を検証した。第2章と同様に、内部環境は低木や草本類が鳥類の出現に影響を与えているという結果であった。一方で外部環境は、例えば河川が近くに存在することで鳥類出現に影響するといった既往研究があるが、本研究においては河川までの距離の近さ明確に影響することは確認できなかった。外部環境よりも内部環境との相関が緑化空間における環境特性について多くの組み合わせで確認されたため、都市部の緑化空間においては外部環境よりも内部環境の整備が重要と示唆された。

加えて、樹木のある場所を好むエナガに対して高木、中木、低木などの樹木面積が影響するなど、各鳥類種の生態に対応した結果も得られたことから都市部の小規模な緑地でも、種こそ限られるが鳥類の生態を配慮した植栽を行うことで誘引できる可能性が示唆された。現在、イソヒヨドリなどといった、かつて都市性とされていなかった鳥類が進出しつつあることも踏まえると、長い目線でも活用の可能性があるといえる。屋上緑化の様な都市部における小規模な

緑地と大規模緑地や公園と比較すると、樹高の低い樹木が多いことを踏まえた植栽区分を行っており、結果として鳥類の生態を反映した結果を得られたことから一定の評価が示されたといえる。

第4章：総合考察

本研究では、都市域における緑化空間の環境特性が鳥類の出現に与える影響を検討した。都市建築物に付随する非常に小規模な緑化空間においても、既往研究が盛んに行われてきた大規模緑地や都市公園等と同様に中木・低木といった植栽面積が鳥類出現に影響することを明らかにした。一方でその傾向から外れる調査対象地点もみられたため、今後検証の余地がある。

次に、鳥類種毎に環境特性から受ける影響を検討したところ、各鳥類種の生態に対応した結果を得ることができた。都市域の緑化においては、数多くの既往研究があるが、大規模緑地や都市公園等と異なり、本研究での対象地の樹木の樹高が全体的に低いため、一般に高木は10m程度を超えるものとするところを5m以上とするなど対象地の状況に合わせた高木、中木、低木、草本類という区分を設けたが、この区分が少なからず機能していることが示唆された。

以上から都市建築物に付随する緑化空間は、面積や重量等といった制約が多く質が高いとは言い難いものの、少なからず鳥類をはじめとした生き物が利用する場となっていることが示された。また、地上部に設けられた緑地、屋上部に設けられた緑地、両方において利用されていることも重要な点であることが明らかとなった。

本研究では、都市の緑化空間において建築物に付随する緑化と環境特性、鳥類出現の関係を把握したことから、設定した樹高区分や立体構造の評価指標が鳥類の誘因に活用できる可能性を示した。この結果から鳥類の生態を考慮した緑化空間整備の指針を検討することも可能といえよう。

建築物が密集する都市部においては、「地上緑地」の創出が難しく都市建築物に付随する緑化空間として屋上緑化が試みられている現状もあり、緑被面積が小さいほど、階層構造が貧弱になる傾向とあわせて考えると、今後、限られた面積で効率よく植栽を整備するための計画法が求められていると言える。また、都市部における緑化空間創出、保全是、特に鳥類についてはかつて都市性とさ

れていなかった種の進出も確認されていることから，生物多様性向上の観点でも意義があるといえよう。

第 1 章 研究の目的ならびに構成

本章では、都市域における緑化空間に関する現状や文献ならびに研究事例より、本研究の背景と目的を明確にするとともに、本論文の構成を示した。

1-1. 研究の背景

1-1-1. 都市における緑地の位置付け

大都市域において、ヒートアイランド現象、自然生態系の損失といった環境問題が取り上げられるようになって久しい。これらの都市の環境問題への対策の一つとして、屋上緑化・壁面緑化などをはじめとした建築物の未活用スペースの緑化が活発である¹⁾。都市域の緑化空間は、景観、防災、環境保全、レクリエーションなどをはじめとした機能と役割をもつ。近年ではさらに、自然体験の場、企業の社会的責任を果たす場としての機能も注目されている^{2, 3)}。

都市景観や都市生態系の側面に注目すると、都市の緑化空間は人々が自然とふれあう機会を創出し、都市に生息していた生き物や都市に入り込む可能性のある生き物にとっての重要な空間ともなり得る。なかでも、建築物に付随する緑地は、温暖化対策や建築物への断熱性が云われるが、建築物そのものや周辺環境への景観の向上、心理的緩和といった効果も挙げられ⁴⁾、生き物のパッチ（patch, 斑点）としての役割も大きい⁵⁾。2018年に「気候変動適応法」が閣議決定されたばかりの気候変動分野においても、環境省から「生物多様性分野における気候変動への適応」が発表されるなど、愛知万博をきっかけに「生物多様性」という言葉の認知が広がって以降、生物多様性の重要性は増しているといえる。また、平成24年（2012年）に策定された「生物多様性国家戦略2012-2020」⁶⁾では、都市域の緑化空間が今後目指す方向として「豊かな自然に包まれ、水と緑にあふれる都市づくりを周辺地域と一体的に進める」こと、「緑地による生態系ネットワーク（エコロジカルネットワーク）を形成し、都市における生物多様性の確保を図る」こと、「日常的な暮らしの中で身近な自然とのふれあいの場と機会を確保する」こと、「地球規模の視点に立った持続可能な社会経済活動や消費活動を定着させる」こと、といった内容が挙げられている。加えて、内閣府が行った「自然の保護と利用に関する世論調査」の結果による

と、都市域住民は「自然とふれあう機会は増やしたいと思うか」という設問に対して、7割以上が増やしたいと思っているという結果が出ており⁷⁾、都市域において、身近な自然とのふれあいなどへのニーズが高まりつつあることがわかる。

平成28年(2016年)には、環境省を含む関係省庁が、愛知目標の達成に向けて「生物多様性国家戦略 2012-2020 の達成に向けて加速する施策」を公表している⁸⁾。このなかで、地方公共団体における戦略や計画に生物多様性への配慮を組み込むことが重点施策の一つとして記載されている。生物多様性を確保することは貴重な地域の資源となり、都市においても価値を高めるものと考えられる。

一方で都市においては、人口の集中により宅地化が進み、樹林地や農地が限られることから、多様な生物が生息・生育できる空間が極めて少なくなっている。都市には世界人口の半数以上が済んでおり、食料やエネルギーといった資源調達の多くを都市の外側の地域に頼っており、都市住民の経済行動は都市の外側の地域の自然環境に対しても大きな影響を与えることも大事な視点といえよう。

これを踏まえて、都市に住む人々がまず生物多様性の重要性を理解し行動することが重要であり、都市において生物多様性を確保することは、都市住民に生物に接する機会を提供し、住民の生物多様性への理解を促進することにもつながる。

しかし、都市緑化の重要性が多く場で唱えられている一方で、大都市圏において緑地面積は減少傾向にあり、景観や生態系へ影響をおよぼしている点が指摘されている⁹⁾。都市公園など特定の緑地は、法整備にともない増加傾向を見せているが、農地・林地は減少の一途を辿っている^{1,10)}。ただし、特に都市部の緑化手法として採用されやすい屋上緑化・壁面緑化については例年環境省が施工データを収集・公開しており、これによると年々増加していることが見て取れる¹¹⁾。ほかにも、大阪府では近年、府域の緑被率が4割程度を保っているが、地域性緑地の減少を施設緑地で補うことで維持している¹²⁾。このような施設緑地などは小規模な緑地であるが、都市における希少な生物生息地として整備を進めていくことの有効性も指摘されている¹³⁾。

以上のように、都市住民にとってのアメニティ的側面、生物多様性保全の側面など、さまざまな面で都市の緑化空間の重要性が明らかになっている。

1-1-2. 都市緑地整備の現状

都市緑化に関する条例等をみると、市町村が緑地の保全や緑化の推進に関してその将来像・目標・施策などを定める基本計画施行する「緑の基本計画」について整理する。緑の基本計画とは、これによって緑地の保全及び緑化の推進を総合的・計画的に実施することを目指すもので、都市緑地法第4条により定められている¹⁴⁾。全国1,374の市町村のうち策定済みの市町村が680、策定中の市町村が12となっており、692市町村で策定中あるいは策定済みとなっており、割合で言うと50.4%の自治体で策定済みとなっている（平成29年3月現在）。関連して、国土交通省都市局公園緑地・景観課は平成30年（2018年）に生物多様性に配慮した緑の基本計画策定の手引きを作成している¹⁵⁾。

次に「緑化施設整備計画認定制度」¹⁶⁾について整理する。緑化施設整備計画とは、市町村が定める緑化地域又は緑化重点地区内において、限られたスペースを効果的に活用した民間による自発的な緑化の取り組みを促進するため、建築物の屋上、空地その他の敷地内の緑化施設の整備に関する計画である。これを市町村が認定する制度は平成14年度ごろから運用されている。なお、本研究対象としてはなんばパークス（第1期整備）が該当している。

また、緑地を保全するための制度として、生産緑地に関する改正なども進んでいる。特に都市部の緑地に関わる制度としては、緑化地域制度、市民緑地契約制度や市民緑地認定制度などが存在している。「緑化地域制度」とは、緑が不足している市街地などにおいて、一定規模以上の建築物の新築や増築を行う場合に、敷地面積の一定割合以上の緑化を義務付ける制度である¹⁷⁾。「市民緑地契約制度」は、都市緑地法第55条より定められており、地方公共団体又はみどり邦人が、土地等の所有者と契約を締結して、市民緑地を設置管理する制度である¹⁸⁾。「市民緑地認定制度」は、民有地を、地域住民の利用に供する緑地として設置・管理する者が、設置管理計画を作成し、市区町村長の認定を受けて、一定期間当該緑地を設置・管理・活用する制度である。なお、認定の対象となる地区は「緑化地域」及び「緑の基本計画」に定められた「緑化地域以外の区

域であって重点的に緑化の推進に配慮を加えるべき地区（緑化重点地区）」で、市民緑地を設置する土地などの区域の周辺の地域において、良好な都市環境の形成に必要な緑地が不足している場所となる¹⁹⁾。

近年では、認証・登録制度も増加しており、環境や生物への配慮を評価する ABINC 認証（Association for Business Innovation in harmony with Nature and Community）²⁰⁾や、地域の植生や生き物の取り入れを評価基準として盛り込んでいる自治体が認定するものも登場している。例えば、東京都による江戸のみどり登録緑地²¹⁾は、東京の生物に適した環境を回復させる取り組みとして東京の在来種を植栽した緑地を認定する制度である。

以上のように、都市部の緑化空間は収益などの問題から軽視されていたこともあるが、近年では規制、制度、補助が整備されつつあり、前述のとおり種別によっては面積が増加しているものもある。

1-1-3. 既往研究の整理

都市緑地に関する既往研究のうち生物生息地として注目するものは、都市緑地の構造とアリ類の生息に関する研究²²⁾や都市緑地における鳥類の生息特性に関する研究²³⁾、大規模市街地内から郊外地にかけてのバッタ類生息密度の変化についての研究²⁴⁾がなされているが、これらは比較的大規模な緑地についての研究といえる。他にも、水路の緑地と鳥類の関係に着目した研究²⁵⁾、都市部の河川周辺の緑地と鳥類の関係に着目した研究²⁶⁾などがなされているが、これらは都市の小規模緑地と異なり連続した緑地である。緑被率の規模が小さい中心市街地での研究としては、なんばパークスにおけるチョウの行動特性から捉えた屋上緑化空間のあり方に関する研究²⁷⁾、大阪市中心部の街路樹と越冬期の鳥類の出現状況に関する研究²⁸⁾や京都市中心部の街路樹と鳥類出現との関係についての研究²⁹⁾がある。これらは対象地限られており広域的に捉えた研究とは言い難く、また小規模緑地と周辺環境との関連性を考慮しての調査があまりなされていない。

以上のように都市の小規模な緑地の調査研究は多くはなされておらず、その効果実態の把握や有効な整備法の確立はできていないのが現状である。さらに、生物生息地としての屋上緑化地に関する研究は、茂木ら¹¹⁾による東京都区部の

屋上緑化地における鳥類分布の特性に関する研究や、島田ら³⁰⁾による建築物の緑化と昆虫類の生息に関する研究などにとどまる。一方で、空間の限られる都市で創出される緑地はそういった調査のなされていない、特に小規模なものが多く存在する²⁵⁾。また、都市緑地を詳細にみると、都市の植生は高木層に比べて草本類・低木層が非常に少ないことが明らかになっている³¹⁾。加えて、低木層の存在は、鳥類の種多様性の増大に重要³²⁾とされている。今後既存の都市緑地の面積を拡大することや、大面積の都市緑地を新たに設けることは難しいため、上述のように都市の緑化空間の質が問われている。なお、緑地と鳥類の関係は、平野ら³³⁾の樹木率と鳥の種数との関係や、Taylorほか²⁵⁾による樹林地で繁殖する鳥類に関する研究によって、樹林地面積が鳥類の種数に大きな影響を与えると結論付けられている。

また、国外での屋上緑化に関する既往研究では、Yu-Chiら³⁵⁾による香港における屋上緑化の植生に関する研究や、Huijuanら³⁶⁾による香港における屋上緑化と鳥類出現に関する研究、Biranら³⁷⁾によるシカゴの空港における屋上緑化と鳥類出現に関する研究などが行われており、屋上緑化がもつ都市生態系の保全や充実に対する効果が近年注目されている。

1-2. 目的と構成

本研究は、本研究では都市における緑化空間の中でも特に小規模な緑地として、屋上緑化をはじめとする都市建築に付随する緑化空間に注目した。これらは、前述の都市緑地保全法の改正にともなう「緑化施設整備計画認定制度」¹⁶⁾の施行などにより、今後も増加が見込まれる都市緑地である。都市建築に付随する緑化空間について、都市生態系にとっての空間提供の可能性を問うために、内部・外部の環境特性を把握し、さらに鳥類分布の実態と環境の関係を把握することとした。このために大きく以下の二点を目的として設定した。

第一に、都市部における小規模な緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係についてである。植栽の状況と鳥類出現に着目した研究は既になされているが、調査対象地同士の関係性を把握した研究は行われていない。そのため、鳥類の出現傾向に基づいて対象地を組分け、その結果と環境特性を照らし合わせ、鳥類出現と環境特性の環境だけでなく対象地同士の関係性も把握する。これによ

て、それぞれの緑化空間の中だけでなく都市における位置付けも含めた検討をすることを目的とした。

第二に、都市部における小規模な緑化空間に出現する鳥類について種毎に影響する環境要因についてである。新たに都市に定着しつつある鳥類がいることから、鳥類種毎に影響する要因を把握することで、従来の生態と関連のある結果が得られるかどうか、また都市ならではの影響が見られるか等を検証する。これによって、今後の都市における生態系に配慮した緑地整備に資する知見を得ることを目的とした。

以上の2項目を満たす調査研究を行うことで、都市において点在する小規模な緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係性について知見を示した。なお、本論文は図 1-1 に示したように4章構成となっている。第1章である本章では研究の背景および目的について記述し、第2章では都市部における緑化空間の環境

<p>第1章 研究の目的</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究の背景 ・研究の目的と構成 ・研究対象地の設定 	
<p>第2章 都市部における 緑化空間の環境特性と 鳥類出現の関係</p>	<p>環境特性と 鳥類出現の 関係の把握</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥類の出現傾向に基づいた調査地点の類別 ・グループごとの環境特性影響の分析
<p>第3章 都市部の 緑化空間における 環境特性と出現鳥類種毎 への影響</p>	<p>鳥類種毎の 環境特性 による影響 の把握</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥類種毎への環境特性影響の検証 ・鳥類種毎の結果に基づく区分等設定の検証
<p>第4章 総合考察</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥類の出現傾向が近い調査対象地点同士は環境特性も近い。但し例外も存在する。 ・都市部の少規模な緑地でも、鳥類出現と環境特性の関係について低木、中木や草本類の面積が影響し、大規模緑地などの既往研究成果と同様の傾向がみられた。 ・都市部の植栽状況を加味して樹高区分を設定したところ、鳥類種の生態を反映した結果が得られた。 	

図 1-1 研究の構成

特性と出現鳥種の関係について、第3章では都市部の緑化空間の環境特性と出現する鳥種毎への影響、第4章では総合考察および今後の課題を述べた。

1-3. 研究対象地の設定

研究対象地は、大阪市の中心を南北に縦貫する御堂筋沿いである。ここは都市部における緑化空間を有する建築物が新旧さまざまに存在する場所である。特に梅田駅周辺は都市としての大阪の中心でもあり今後も梅田北ヤード二期工事など大規模なプロジェクトの進む地区である。さらに御堂筋中心部である難波周辺は大規模な都市開発に加えて先駆的な緑地空間が既に設置 10 年以上経過している場所で、大阪南部中心地の経済圏である阿倍野・天王寺周辺は近年、大規模都市開発が行われた。以上のことから本研究目的に合致すると考え、屋上や壁面の緑化や建築敷地内に設けられた都市の小規模緑化空間を選定、抽出した。抽出にあたっては、大阪市内を中心に Google map の航空写真 (Google Inc.) を活用するとともに、「建築物の敷地等における緑化を促進する制度」(大阪府)³⁸⁾適用施設、「おおさか優良緑化賞」³⁹⁾受賞施設、平成 14 年 (2002 年) から始まった「屋上・壁面・特殊緑化技術コンクール」⁴⁰⁾、昭和 56 年 (1981 年) から始まった公益財団法人都市緑化機構による「緑の都市賞」⁴¹⁾ 受賞施設なども参考とし、候補地の選定を行った。

鳥類の分布について、既往研究によると、都市域の樹林地において、樹林地の形状⁴²⁾、植生の発達⁴³⁾、人の利用⁴⁴⁾などに影響を受けることが報告されている。これら既往研究の結果を踏まえ、研究対象地毎に調査地点を設け、その緑被率をはじめとした緑地の特性についても調査することとした。

以上より、主な選定理由を、実際の植栽・利用状況や、候補地全体の分布などとした。加えて、対象地が東西南北それぞれに存在するよう選定した。対象とする対象地の広さはそれぞれ異なり、また、同じ対象地内でも環境の違いがあるため、各対象地について 1~6 箇所の調査地点を設定し対応した。地点を設定する際は、対象地の内での緑化空間の中心に近い場所を選び、複数設定する場合は緑化空間の植栽変化をカバーできる場所で、なるべく近接する調査地点から離れるようにした。

第2章 都市部における緑化空間の環境特性と鳥類出現の関係

本章では、都市部の屋上緑化などをはじめとした建築物に付随する小規模な緑地のもつ潜在力を生物多様性の観点から検討することとした。調査対象地は大阪市中心部に点在する緑化空間とし、内部環境（植栽や整備後経過年数）、外部環境（河川や大規模緑地までの距離）および鳥類の出現譲許を調査した。鳥類の出現傾向をもとに調査地点を類別し、それぞれに属する調査地点毎の植栽傾向と比較した。

2-1. 研究方法

2章での研究フローは図2-1に示した通りである。まず、研究対象地の設定をし、対象地における現地での調査、調査結果から解析をし、そして考察をすることで本章をとりまとめた。

2-2. 調査対象地の設定

対象地の詳細は表2-1に示し、各調査対象地の施工年および階層、水辺空間の有無を示し、図2-2は国土地理院発行の基盤地図情報を加工して位置を提示した。具体的には、環境状況の違いのほかに経年による比較のため、同じ梅田に建築された1993年完成の新梅田シティ（2地点）と2013年完成のグランフロント大阪（6地点）や、2014年完成のあべのハルカス（2地点）を含めた、7調査地の17地点を調査対象とした。

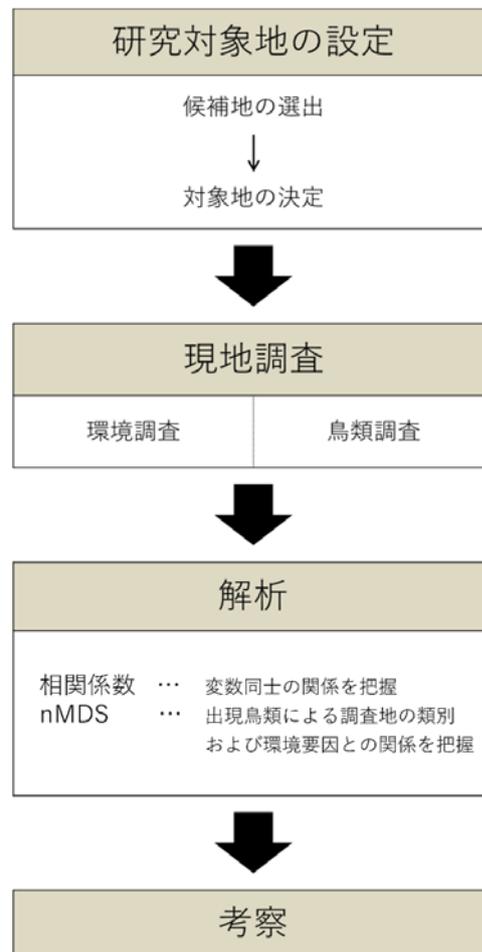


図2-1 本章における研究フロー図

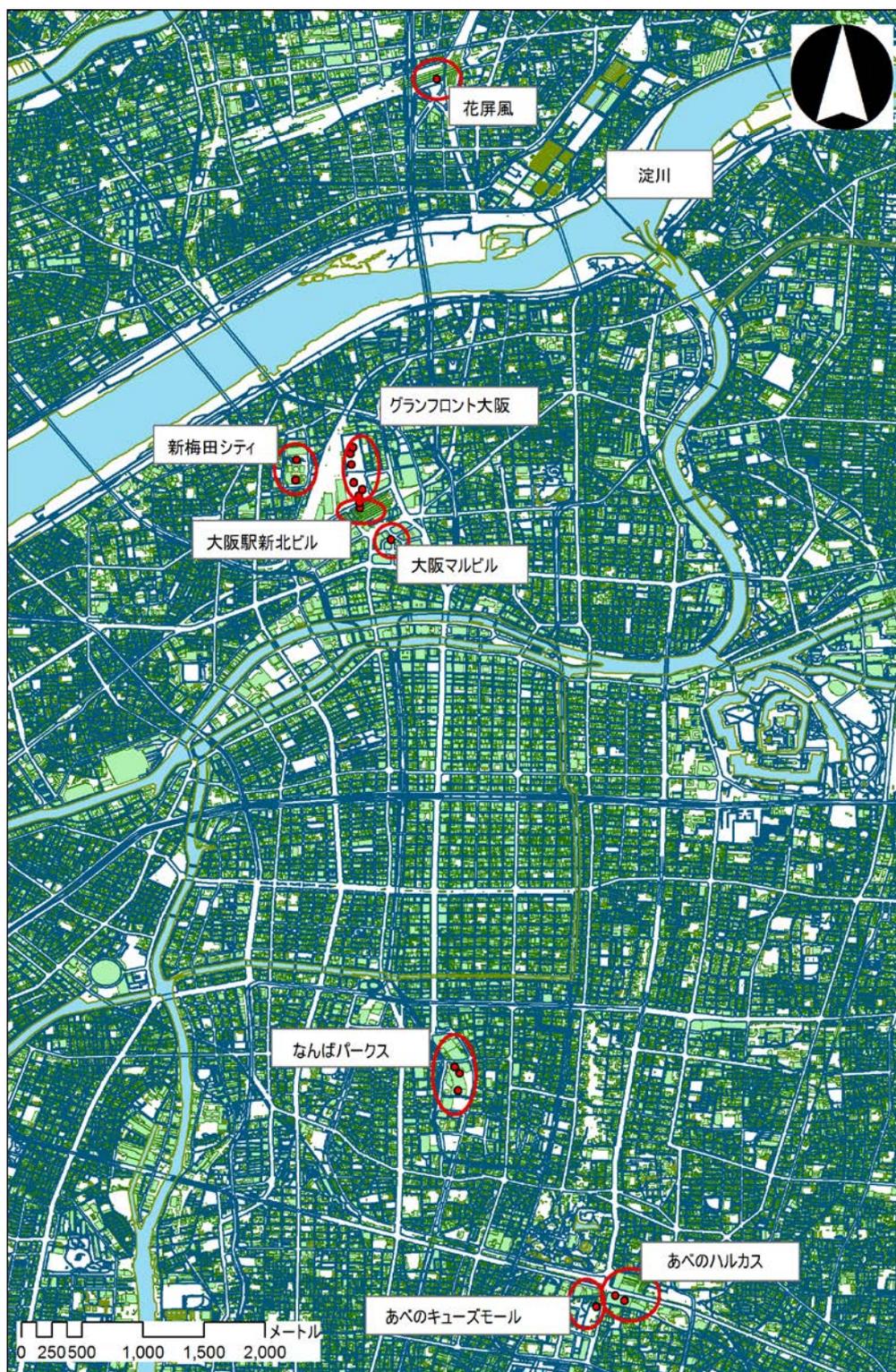
具体的には、前述に加え、大阪駅新北ビル（2地点）、大阪マルビル（1地点）、なんばパークス（3地点）、あべのキューズモール（1地点）も対象とした。

調査対象地の中には、半分以上ヘデラなどのイミテーションプランツ（造花）である大阪マルビルに加え、さらに、あべのハルカス、なんばパークス、大阪駅新北ビルには市民農園があり、新梅田シティには小規模な水田が存在するなど、多様な緑地状況を含んだ。

このうち屋上緑地（地上部より高所にある緑地）は、グランフロント大阪-2, 3, 4, 5, 大阪駅新北ビル-1, 2, なんばパークス-2, 3, あべのハルカス-1, 2, あべのキューズモールの計 12 箇所で、そのほかは地上緑地である。

表 2-1 調査対象地ごとの施工年，階層，水辺空間の有無

対象地	調査ポイント	施工年	階層	水辺空間
グランフロント大阪	1	2013	地上	有
	2		9階	
	3		9階	
	4		9階	
	5		6～9階	
	6		地上	
新梅田シティ	1	1993	地上	有
	2		地上	有
大阪駅新北ビル	1	2011	11階	有
	2		14階	
大阪マルビル	1	2014※	地上	
なんばパークス	1	2003	3階	有
	2		5階	
	3		9階	
あべのハルカス	1	2014	16階	
	2		10階	
あべのキューズモール	1	2012	3階	



※ ● が調査地点

図 2-2 調査対象地ならびに調査地点



写真 2-1 新梅田シティ-1



写真 2-2 新梅田シティ-2



写真 2-3 大阪駅新北ビル-1



写真 2-4 大阪駅新北ビル-2



写真 2-5 大阪マルビル



写真 2-6 なんばパークス-1



写真 2-7 なんばパークス-2



写真 2-8 なんばパークス-3



写真 2-9 あべのハルカス-1



写真 2-10 あべのハルカス-2



写真 2-11 あべのキューズモール

2-3. 調査方法

本章では、緑化空間の環境と、鳥類出現の関係を把握する為に、研究対象地において環境と鳥類の出現状況を調査した。対象範囲については、既往研究¹³⁾を参考に調査地点毎に半径 25m と設定している。

2-3-1. 環境調査

緑化空間の環境と、鳥類出現の関係を把握する為に、研究対象地の環境を調べる。対象地ごとに、「内部環境」として対象地の植栽状況を、「外部環境」として対象地から周辺の河川や大規模緑地までの距離を調べた。

2-3-1-1. 内部環境（植生調査）

緑化空間の植栽状況を調べるため、2014年5月に対象地ごとに現地踏査を行った。緑化空間の植栽要素は、既往研究¹³⁾、⁴⁵⁾を参考としたうえで対象地の現状を加味し、目視によって「高木（5m以上）」、「中木（2～5m）」、「低木（2m未満）」、「草本類」と「その他（植栽以外の部分）」の5種類に分類し、まず簡易平板測量で植栽図を作成した。この現地踏査の結果と、図 2-3 に示した国土地理院の「電子国土基本図（オルソ画像）」⁴⁶⁾、「1/2500 基盤地図情報」⁴⁷⁾、に直近の様子を確認する参考として 2016 年撮影の「Google map 航空写真」（Google Inc.）を利用し、これらの資料から地理情報システム（Geographic Information System, 以下 GIS）を用いて研究対象地ごとの植栽図を作成した。なお、GIS のソフトウェアは、ArcGIS 10.3（ESRI, Inc）を用いた。

内部環境として算出した要素は、「高木面積」、「中木面積」、「低木面積」、「草本面積」、「畑面積」、「緑被合計」、「その他面積」、「構造」、「構造スコア」の計 9 要素である。

なお、「緑被合計」は各植栽ポリゴンの面積をそのまま合算したものである。よって、「緑被合計」と「その他」を合算すると調査地点から開いた半径 25m の面積を超える場合がある。加えて、本研究では植栽の階層構造も考慮するために、算出する要素のひとつとして「構造」を設定した。なお「構造」、「構造スコア」の算出については 2-3-1-2. で詳しく記述する。以上の要素により各対象地の植栽状況を把握することとした。



図 2-3 電子国土地図（オルソ画像）

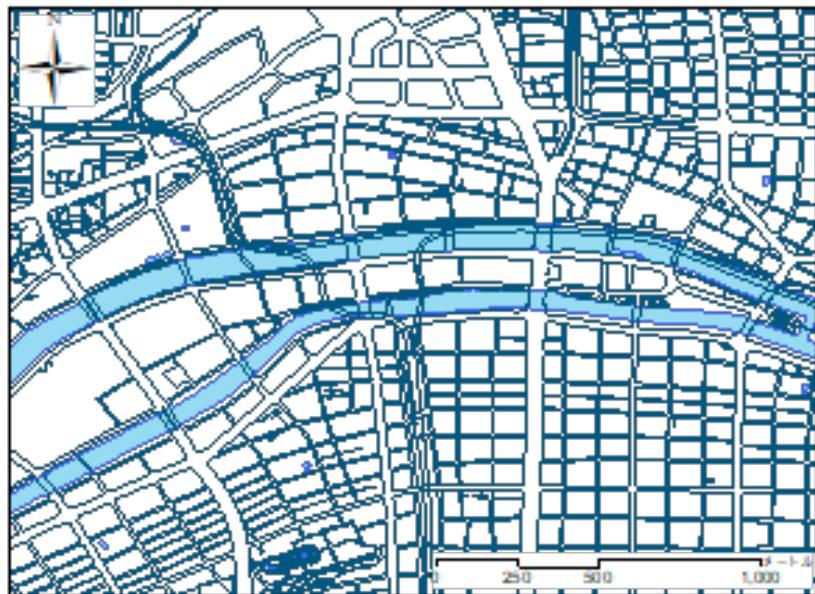


図 2-4 1/2500 基盤地図情報

次に GIS による植栽図作成手順の概要を示す。高木・中木は確認された場所にポイント（point, 点）を落とししてから、ポイントごとに高木 2m, 中木 1m のバッファ（buffer, 環状帯）をそれぞれ発生させることでポリゴン（polygon, 多辺形状）を作成した。また低木・草本・畑については、直接ポリゴンを作成した。調査地点によっては階層（ステップ）式に植栽が配置されているため、調査地点の階層から上下 2 階層分までを調査地点の植栽として算出した。加えて、植栽がない部分のポリゴンを半径 25m 内に含まれる植栽ポリゴンの輪郭をトレースすることで作成した。ただし、植栽ポリゴンは全ての植栽要素を別レイ

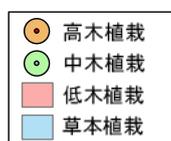


図 2-6 植栽図

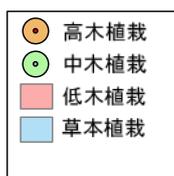


図 2-7 半径 25m バッファを開いた状態

ヤー(階層)にコピーしたうえでインターセクト機能を用いて重なりを抽出し、1つのポリゴンにまとめてからトレースした(図 2-6)。

さらに図 2-7 に示したように各調査地点から半径 25m バッファを発生させ、範囲内における植栽要素ごとの割合を算出した。対象地の性質上、なるべく半径 25m バッファの範囲に緑化空間が収まるよう設定したが、調査地の面積など物理的な問題により敷地外へはみ出していたり、構造物も含む場合がある。なお、既往研究^{1, 48)}では、より大きなバッファを広げているが、本研究は対象とする空間が既往研究と比べても非常に小規模であり、加えて対象地の広さがそれぞれ異なっており同じ対象地内でも植栽などの環境特性に違いがあること、加えて既往研究^{13, 32)}を参考に設定した。

2-3-1-2. 植栽の立体構造

本研究では植栽の階層構造も考慮するために、算出する要素のひとつとして「構造」を設定した。鳥類出現と植栽の階層構造の関係は、既往研究³²⁾でも指摘されている。「構造」は高木・中木面積を合わせた高層植栽と、低木・草本面積を合わせた低層植栽が重なっている部分の面積を算出したものとした。更に、平面的にみた緑被の絶対量が少なくとも、階層構造となっている割合の高い緑地もあるため、そのような緑化空間を把握する参考として「構造スコア」を設定した。これは、「構造」の値を、平面的にみたときの緑被面積(半径 25m の面積から「その他」を除いた面積)で割ったものである。

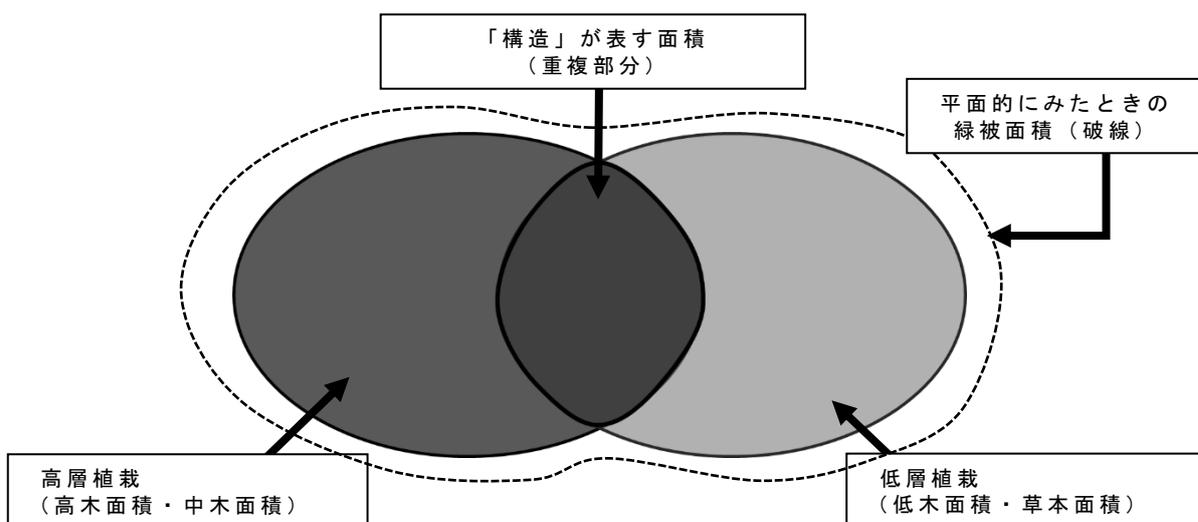


図 2-8 「構造」の模式図

2-3-1-3. 外部環境

周辺環境の影響を調べるため、植栽図作成に用いた3つの資料に国土地理院の「数値地図 5,000」⁴⁹⁾を加えて検討した。「数値地図 5,000」の参考図を図2-9に示した。調査地点から規模の大きな緑地、および河川までの最短距離をGISで機械的に算出した。

緑地については緑被の外周までの距離、河川については河川を中心までの距離を算出した。本研究において規模の大きな緑地とは緑被面積が2ha以上となる緑地である。この基準は、都市内における比較的広い緑地である近隣公園が2haを標準とされており、対象地域内においても一定の数が存在する⁵⁰⁾ため本研究においても採用した²⁸⁾。なお、その他の外部環境として土地利用などを確認したが、地点ごとに大きな差は見られなかったため結果(表2-3)では省略した。なお、緑地は「大阪市都市公園一覧表」⁵⁰⁾を参考におおよそ2ha以上の面積をもつ公園を一覧にしたものと、地図上において緑地が2ha以上まとまって確認される部分についてポリゴンを作成した(図2-10)。このポリゴンの外周を対象として、各調査地点からの距離を算出した。ただし、後者に関しては目視によるため、作成後面積を計測して2ha以下となったものを除外した。また、河川は資料を参考に河川の中を通るポリライン(polyline, 連続線)を描き(図2-11)、各調査地点からの距離を算出した。

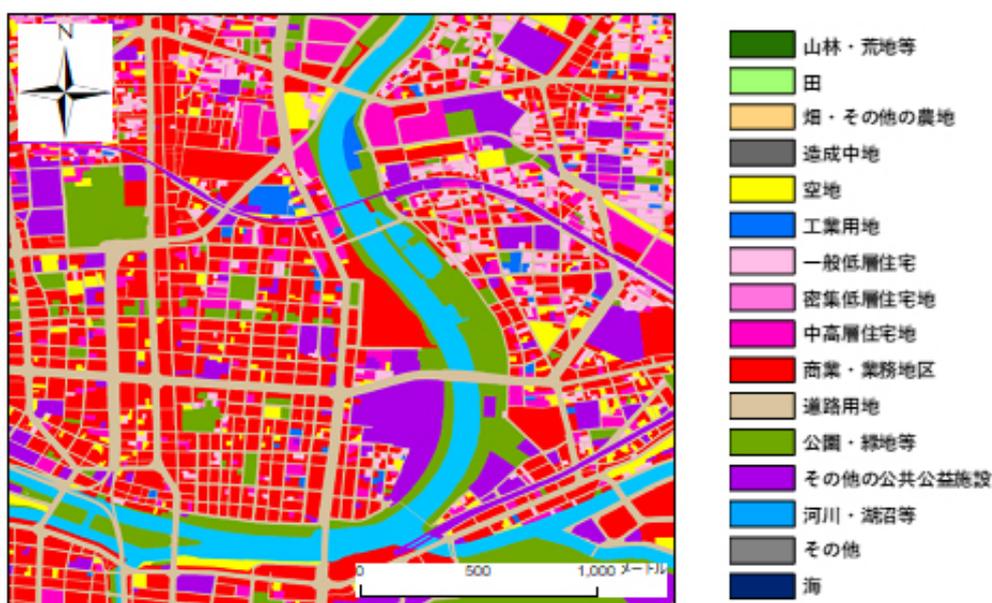


図 2-9 数値地図 5,000

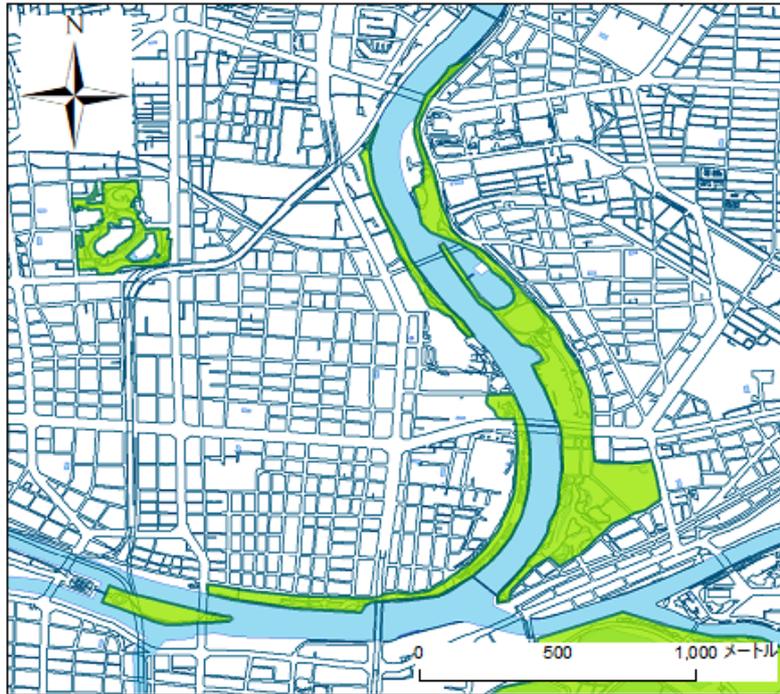


図 2-10 周辺大規模緑地ポリゴン

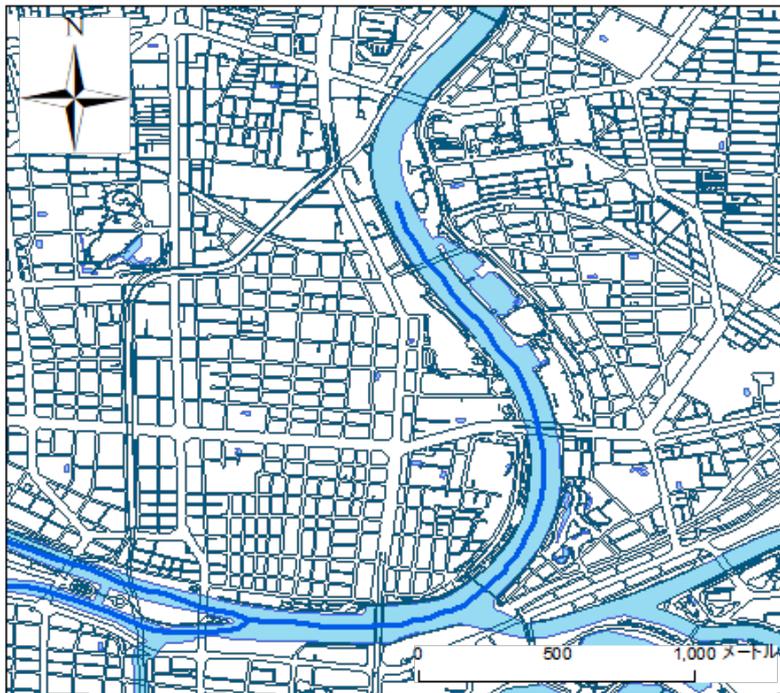


図 2-11 周辺河川ポリライン

※図 2-9, 2-10 とともに 1/2,500 基盤地図情報に重ねて表示している。

2-3-2. 鳥類調査

鳥類調査について、研究対象地ごとの緑化空間の構造によって鳥類相に違いが生じるか否かを確認するために観察半径 25m に出現した鳥の種名および個体数を記録するポイントセンサス法⁵¹⁾を採用した。ただし、定点で観察を行うと、調査地点により植栽や建造物などによって視認しにくい場所が多く存在していたり、木陰で身を潜めているような種を確認しにくいなどといった問題が考えられるため、調査範囲内を適宜移動することとした。調査地点ごとに10分間調査し、出現した鳥の種名および個体数を記録した。なお、人為的な影響が強いドバトについては調査の対象としなかった。また、明らかに同一とみられる個体は、二重に記録（ダブルカウント）していない。

調査期間は、季節によって鳥類の種組成が異なることをふまえて、鳥類の繁殖期である2014年6～7月に計8回の調査を行った。雨による視認率の低下を考慮し、天候は晴れもしくは曇りの日とした。調査時間は、鳥類の活動時間が活発な日の出付近の時間帯が推奨されている⁵²⁾が、対象地への立ち入り可能時間を考慮して日中8時～15時に行った。さらに各調査地点に置いて調査時間の重複をなるべく避けるため、調査毎に調査開始ポイントをずらすことで時間帯による出現種数の差が生じないようにした。

2-3-3. 分析方法

本節では、鳥類の「種多様性」を把握する指標として鳥類調査結果をもとに多様度指数の算出を行った。また、調査結果に多様度指数を加えたデータを解析する際の手法として相関分析、nMDS（非計量態次元尺度構成法）を用いた。

2-3-3-1. 多様度指数

本節では鳥類の「種多様性」を把握する指標として多様度指数⁵³⁾を利用した。ある地域における生物多様性を考えるとき重要となるのが、「種多様性」という概念である。これはある群集に含まれる種の多様さを示すもので、「種の豊富さ」と「種の均等度」という2つの要素を含んだ概念である。ここで「種の豊富さ」とは、ある群集に存在する種数のことで、「種組成の均等度」とは、ある群集内に存在する各種間の個体数の比率のことである。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」が高いといえる。このような概念を数値とし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尺度のひとつとなっている。

本研究では、数多く考案されている多様度指数のなかでも、Simpson の多様度指数 (D) と Shannon-Wiener 指数 (H') の多様度指数を用いることとした。これらの多様度指数は鳥類調査において最も多く利用される解析法であり、信頼性の高い結果を得られるため用いることとした。

Simpson の多様度指数 (D) は Shannon-Wiener 指数 (H') と比べて個体数が多い種の相対頻度に強く影響され、少数の種による独占的傾向が強いほど小さくなる性質がある。Simpson の指数 (D) が大きいほど「複雑な群集」、小さいほど「単純な群集」と呼ばれる。Shannon-Wiener 指数 (H') は、上位種の影響を強く受けるという特徴を持ち、ある種数のみ個体数が多いといった場合に、値が小さくなる。たとえば、種数は少ないが個体数は均等な場合と、種数は多いがある種だけ個体数が特異的に多い場合とでは、Simpson の多様度指数 (D) は前者のほうが高い値を示し、Shannon-Wiener 指数 (H') は後者のほうが高い値を示す。よって、総合的に「種多様度」をみる場合にはこれら両方を算出し、比較検討する必要があるため、本研究でもそのようにした。

Simpson の多様度指数 (D) は以下の式により求められる。

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

Shannon-Wiener 指数 (H') は以下の式により求められる。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

ここでは、ある調査において、目的の生物群集が S 種確認され、それぞれの種の個体数を $N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_s$ とし、全個体数は $N (=N_1+N_2+\dots+N_i+\dots+N_s)$ とする。なお、 $p_i = N_i/N$ である。

2-3-3-2. 相関分析

鳥類個体数・種数、多様度指数と内部・外部環境との関係を調べるために、

相関係数を算出した⁵⁴⁾。本研究のような対象地の場合、鳥類個体数・種数ともに低い値が出る可能性が高い。その中で1種毎に着目した関係を見出すために、鳥類種数、多様度のほかに鳥類種毎の出現個体数も分析に用いることとした。

相関係数は Pearson の積率相関係数ともいい、 r で表され、2変数間の相関関係を調べるもので、-1 から 1 の間の値をとる。相関係数が正の場合は「正の相関がある」といい、一方の変数が増加するともう一方の変数も増加する。相関係数が負の場合は「負の相関がある」といい、一方の変数が減少するともう一方の変数も減少する。相関係数が 0 の場合は「無相関」という。

相関係数 r は以下の式により求められる。

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

ここでは、2組の数値からなるデータ列 $\{(x_i, y_i)\}$ ($i=1,2,\dots,n$) が与えられているとする。ただし、 \bar{x} , \bar{y} はそれぞれデータ $x = \{x_i\}$, $y = \{y_i\}$ の相加平均である。なお、本研究においては、豊田秀樹 編著「回帰分析入門」44) を参考に、相関係数が 0.7 以上のものを強い正の相関、0.4~0.7 を中程度の正の相関、0.2~0.4 を弱い正の相関、-0.2~0.2 を無相関、-0.2~-0.4 を弱い負の相関、-0.4~-0.7 を中程度の負の相関、-0.7 以下のものを弱い正の相関、とした。

2-3-3-3. nMDS (非計量多次元尺度構成法)

(1) nMDS とは

調査地点ごとの環境や、鳥類出現の傾向をみるために nMDS⁵⁵⁾ を行った。nMDS は変数間の線形関係の仮定を避けることができるため⁵⁶⁾、採用した。ソフトウェアは R for Windows 3.2.3 (R Development Core Team) を用いた。また、パッケージは vegan 2.4.1, labdsv 1.8.0 を用いた。

nMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling) は、MDS (計量 MDS) という、類似性判断の背後に潜む構造を見極めるために作られた手法を拡張した解析である。MDS では、分類の対象は方向と距離を提供する地図上にプロットされる。これより得られる座標軸は空間的な意味をもっておらず、視覚的なプロットにおける方向性に意味を見いださせてくれるが、正確な位置を示しているわけで

はない。この方向性の意味を見つけ出して自ら解釈する必要がある。しかし、MDS はデータ測定に厳しい仮定がおかれるため、めったに使われることはない。この MDS を拡張したものが、nMDS であり、広く利用されている。

nMDS とは、類似性に基づくパターンを理解する為に用いられる。非類似度の順序関係と低次元空間上でのユークリッド距離の順序関係が一致するような布置を探す手法である。

一般的に、1 つの次元では類似性判断のパターンを把握するのに十分とは言えない。そのため、MDS では 2 つ目の次元、第二次元も特定することで第一次元のみでは説明できなかった類似性のパターンを説明する。ここからさらに次元を追加していき、観測された類似度評定とそこに含まれる次元との適合度が受け入れられる範囲内で最も少ない次元数を決定する。本章においては、2 次元の nMDS を用いた。

(2) 本章における nMDS の手順

nMDS を行うにあたって使用したデータは、各調査地点における鳥類種ごとの在不在データ（2 値データ）である。都市部においては鳥類の出現数が多いはないため、在不在データで扱うこととした。これにより調査地点を類別した⁵⁷⁾。加えて、群集の類別と指標種抽出に適した IndVal 法⁵⁸⁾によって各クラスターの指標種を調べた。

また、nMDS の再現性を担保するためにランダム変数を固定することとした。固定する値は、1~100 の内でそれぞれを指定して最大 100 回の計算試行を行い、nMDS のあてはまりのよさを示す stress 値が最も小さくなった値を採用した。繁殖期では 96、越冬期では 66 となった。

グルーピングに際して分割数の指定は、非階層クラスター分析で 2~6 分割を試行した際の Calinski-Harabasz の基準（疑似 F 量）⁵⁹⁾によって決定した。

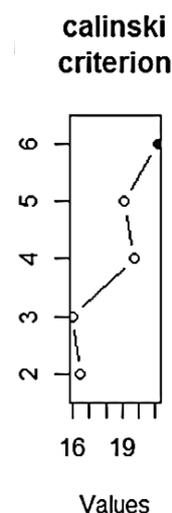


図 2-12 Calinski-Harabasz の基準

分割を細分化するほど、数値上のあてはまりが良くなるため、6分割をめどとし、あてはまりの向上幅が最も大きい分割数を採用した。たとえば、図 2-11 のような結果が得られた場合、最も値が大きいのは分割数を 6 つにしたときであるが、向上幅が最も大きいのは分割数を 4 つにしたときである。よって、この場合分割数は 4 つとする。

Calinski-Harabasz の基準では、クラスタ数評価基準を、VRC (Variance Ratio Criterion) と呼ぶ。あるデータを k 個の互いに背反な空でないクラスタに分割したときの、全平方和・積和行列を S_r 、群内平方和・積和行列を S_W 、群間平方和・積和行列を S_B とすると、VRC は以下の式で定義される。

$$VRC(k) = \frac{tr(S_B)}{k-1} / \frac{tr(S_W)}{n-k}$$

ここで $tr(A)$ は行列 A の群内平方和 (トレース) を表す。VRC 値が最大値をとるか、あるいはクラスタ数がある $(k-1)$ から k への変化に対して急激に増加するとき、その k の値をクラスタ数の目安として選ぶ。

2-3-3-4. nMDS プロットと環境要因の関係

つづけて、前述の nMDS を用いた鳥類出現有無による各調査地点の配置 (距離関係) と各環境要因の相関を調べ、このグループと環境要因の関係^{60, 61, 62)}をみることにした。

有意であった ($p < 0.1$) 環境要因について nMDS 配置図におけるベクトルの増加方向を示す⁶³⁾ことにより把握する。この際、ベクトルを矢印ではなく等高線表示とすることにより、nMDS 配置図との関係性がわかりやすくした。例えば、等高線が曲線となっていたり間隔が不揃いである場合、環境要因は nMDS 配置図に対して単純な線形の関係ではないということが分かる。

なお、ここで用いた環境要因は施工年を除いた環境属性である。この際、植栽面積は割合として分析を行った。

2-4. 調査結果

2-4-1. 環境調査

2-4-1-1. 内部環境

2014年5月の植栽調査のGISによる算出結果として、表-2に被覆面積での結果を、表-3に被覆割合での結果を示した。植栽については、たとえば草本に覆われた場所に高木が植えられている場合など、要素ごとのポリゴンが重複する箇所も多々存在する。そういった重複分も含めて面積および割合を算出しているため、緑被面積合計およびすべての面積の合計は調査地点から発生させた半径25mの面積(1963.438m²)より大きい場合があり、各要素の緑被割合の合計は100%より大きい場合がある。また、緑被合計割合は100からその他の要素の割合を引いたものである。

表-2の被覆面積をみると、高木による被覆面積が最も大きかったのは、新梅田シティ-2の757.469m²、次いで新梅田シティ-1の358.658m²であった。中木による被覆面積が最も大きかったのは、新梅田シティ-2の210.045m²、次いでなんばパークス-3の176.382m²であった。低木による被覆面積が最も大きかったのは、新梅田シティ-2の974.417m²、次いで新梅田シティ-1の457.717m²であった。草本による被覆面積が最も大きかったのは、グランフロント大阪-2の683.141m²、次いで新梅田シティ-1の611.983m²であった。畑による被覆面積が最も大きかったのはあべのハルカス-2の480.289m²、大阪駅新北ビルの380.218m²であった。緑被合計面積が最も大きかったのは、新梅田シティ-2の2055.663m²であり、次に新梅田シティ-1の1610.824m²であった。

一方、高木による被覆面積が最も小さかったのは、大阪駅新北ビル-2、あべのハルカス-2、あべのキューズモールの0.000m²、次いで大阪マルビルの12.503m²であった。中木による被覆面積が最も小さかったのは、グランフロント大阪-1、あべのハルカス-1の0.000m²、次いで大阪駅新北ビル-1の6.567m²であった。低木による被覆面積が最も小さかったのは、グランフロント大阪-1の0.000m²、花屏風の4.847m²であった。草本による被覆面積が最も小さかったのは、あべのハルカス-2、あべのキューズモールの0.000m²であり、次に大阪マルビルの21.444m²であった。

表-3の被覆割合をみると、高木による被覆割合が最も大きかったのは、新梅

田シティ-2 の 38.58%，次いで新梅田シティ-1 の 18.27%であった。中木による被覆割合が最も大きかったのは，新梅田シティ-2 の 10.70%，なんばパークス-3 の 8.98%であった。低木による被覆割合が最も大きかったのは，新梅田シティ-2 の 49.63%，次いで新梅田シティ-1 の 23.31%であった。草本による被覆割合が最も大きかったのは，グランフロント大阪-2 の 34.79%，新梅田シティ-1 の 31.17%であった。畑による被覆割合が最も大きかったのはあべのハルカス-2 の 24.46%，大阪駅新北ビルの 19.36%であった。緑被合計割合が最も大きかったのは，新梅田シティ-1 の 61.50%，新梅田シティ-2 の 61.07%であった。

一方，高木による被覆割合が最も小さかったのは，大阪駅新北ビル-2，あべのハルカス-2，あべのキューズモールの 0.00%，次いで大阪マルビルの 0.64%であった。中木による被覆割合が最も小さかったのは，グランフロント大阪-1，あべのハルカス-1 の 0.00%，次いで大阪駅新北ビル-1 の 0.33%であった。低木による被覆割合が最も小さかったのは，グランフロント大阪-1 の 0.00%であった。草本による被覆割合が最も小さかったのは，あべのハルカス-2，あべのキューズモールの 0.00%であり，次に大阪マルビルの 1.09%であった。

構造スコアに注目すると，緑被合計と構造スコアの間には比例関係はなく，都市域の建築物に付随する緑化空間には，植栽可能面積が広くとも十分な階層構造を設けられていない緑化空間，植栽可能面積が狭くとも階層構造を充実させている緑化空間，双方が存在していることが明らかとなった。地上緑地であっても，構造スコアが低い地点もあり，屋上緑化であっても，構造スコアが高い地点もあった。一方で，構造スコアが極端に低い地点は屋上緑地において多い傾向であった。

表 2-2 植栽被覆面積

	高木(m ²)	中木(m ²)	低木(m ²)	草本(m ²)	畑(m ²)	緑被合計(m ²)	その他(m ²)	合計(m ²)	構造	構造 スモア	
グラフフロント大阪	1	111.057	0.000	0.000	139.933	0.000	1773.253	2024.243	70.702	37.164	
	2	216.566	106.439	67.043	683.141	0.000	1146.797	2219.986	278.753	34.132	
	3	73.829	41.998	8.513	235.430	0.000	359.770	2055.957	98.456	36.832	
	4	116.912	63.922	40.956	474.160	0.000	695.950	1486.302	2182.252	164.001	34.368
	5	110.406	43.836	235.779	169.239	0.000	559.260	1512.586	2071.846	117.806	26.126
	6	189.157	133.746	286.154	374.431	0.000	983.488	1303.184	2286.672	244.225	36.986
新梅田シテイ	1	358.658	117.212	457.717	611.983	65.254	1610.824	2366.828	191.031	15.82	
	2	757.469	210.045	974.417	113.732	0.000	2055.663	2820.147	723.911	60.376	
大阪駅新北ビル	1	98.827	6.567	32.414	50.674	0.000	188.482	1965.764	10.979	5.896	
	2	0.000	136.494	260.703	387.331	380.218	1164.746	924.820	2089.566	128.582	12.379
大阪マルビル	1	12.503	39.502	68.979	21.444	0.000	142.428	1996.971	43.308	39.75	
なんばパークス	1	301.071	12.503	192.745	149.133	0.000	655.452	2189.958	233.159	54.351	
	2	216.025	138.276	340.558	100.892	0.000	795.751	2205.960	233.086	42.128	
	3	97.658	176.382	230.876	134.081	0.000	638.997	2165.705	199.196	45.605	
あべのハルカス	1	297.036	0.000	185.439	113.683	0.000	596.158	2064.492	111.017	22.42	
	2	0.000	36.806	134.240	0.000	480.289	651.335	1980.577	21.476	3.386	
あべのキューズモール	1	0.000	81.803	195.282	0.000	277.085	1751.775	2028.860	75.324	35.5773	

表 2-3 植栽被覆割合

	高木(%)			中木(%)			低木(%)			草本(%)			畑(%)			その他(%)			緑被(%)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
グラフフロント大阪	1			5.66			0.00			0.00			7.13			0.00			90.31			9.69
	2			11.03			5.42			3.41			34.79			0.00			58.41			41.59
	3			3.76			2.14			0.43			11.99			0.00			86.39			13.61
	4			5.95			3.26			2.09			24.15			0.00			75.70			24.30
	5			5.62			2.23			12.01			8.62			0.00			77.04			22.97
	6			9.63			6.81			14.57			19.07			0.00			66.37			33.63
新梅田シテイ	1			18.27			5.97			23.31			31.17			3.32			38.50			61.50
	2			38.58			10.70			49.63			5.79			0.00			38.94			61.07
大阪駅新北ビル	1			5.03			0.33			1.65			2.58			0.00			90.52			9.48
	2			0.00			6.95			13.28			19.73			19.36			47.10			52.90
	3			0.64			2.01			3.51			1.09			0.00			94.45			5.55
なんばパークス	1			15.33			0.64			9.82			7.60			0.00			78.15			21.85
	2			11.00			7.04			17.34			5.14			0.00			71.82			28.18
	3			4.97			8.98			11.76			6.83			0.00			77.76			22.25
あべのハルカス	1			15.13			0.00			9.44			5.79			0.00			74.78			25.22
	2			0.00			1.88			6.84			0.00			24.46			67.70			32.30
あべのキューズモール	1			0.00			4.17			9.95			0.00			0.00			89.22			10.78

2-4-1-2. 外部環境

調査地点から規模の大きな緑地、および河川までの距離の、GISによる算出結果を表2-4に示した。

外部環境について、緑地までの距離が最も近い調査地点は、グランフロント-5の0.220kmで、以下グランフロント-4および6の0.240km、あべのハルカス-1の0.270kmとつづく。一方、緑地までの距離が最も遠い調査地点は、新梅田シティ-2の1.050kmで、次いで新梅田シティ-1の0.960km、大阪マルビルおよびなんばパークス-3の0.730kmとつづく。

また、河川までの距離が最も近い調査地点は、なんばパークス-2の0.530kmで、次いでなんばパークス-1の0.580km、なんばパークス-3の0.610kmとつづく。一方、河川までの距離が最も遠い調査地点は、あべのハルカス-2の3.250kmで、次いであべのハルカス-1の3.180km、あべのキューズモールの3.070kmとつづく。

表 2-4 各調査地点の外部環境（実測値および順位）

		階層	緑地距離 (km)	河川距離 (km)	緑地近さ	河川近さ
グランフロント-1	地上	-	0.370	1.000	9	9
グランフロント-2	屋上	9	0.380	1.040	10	11
グランフロント-3	屋上	9	0.310	1.090	6	12
グランフロント-4	屋上	9	0.240	0.940	2	8
グランフロント-5	屋上	6-9	0.220	0.910	1	6
グランフロント-6	地上	-	0.240	1.110	2	13
新梅田シティ-1	地上	-	0.960	1.250	16	14
新梅田シティ-2	地上	-	1.050	1.020	17	10
大阪駅新北ビル-1	屋上	11	0.350	0.730	8	4
大阪駅新北ビル-2	屋上	14	0.410	0.780	11	5
大阪マルビル	地上	-	0.730	0.910	14	6
なんばパークス-1	屋上	3	0.680	0.580	12	2
なんばパークス-2	屋上	5	0.710	0.530	13	1
なんばパークス-3	地上	9	0.730	0.610	14	3
あべのハルカス-1	地上	16	0.270	3.180	4	16
あべのハルカス-2	地上	10	0.340	3.250	7	17
あべのキューズモール	地上	3	0.300	3.070	5	15

2-4-2. 鳥類調査

2-4-2-1. 繁殖期

平成 26 年（2014 年）度繁殖期の鳥類調査において調査地点ごとに出現した鳥類の、種数、個体数、および調査対象地ごとの種数平均、個体数平均を表 2-5 に示した。

鳥類調査の結果、全体では 13 種類 1072 羽が確認された。その中でも、スズメとヒヨドリの観察数が多く、全体の約 90%を占めており、スズメに関してはすべての調査地点での出現を確認した。一方、ムクドリと、カルガモは新梅田シティ-1 のみ、イソヒヨドリはあべのハルカス-1 のみ、カワラヒワはグランフロント-6 のみ、エナガは新梅田シティ-2 のみで出現を確認した。

最も多くの種数を確認した地点は、新梅田シティ-1 の 6 種、次いでグランフロント-6、新梅田シティ-2、なんばパークス-2 の 5 種類であった。他の調査地で見られない種が確認できた地点が種数の合計も多くなっていた。一方、最も少なかった地点はあべのハルカス-1、あべのキューズモールの 1 種類であった。これらの地点ではスズメだけが観察された。

最も多くの個体数を確認した地点は、新梅田シティ-1 の 175 羽、次いで大阪駅新北ビル-1 の 158 羽であった。一方、最も少なかった地点は 1 羽のあべのハルカス-1 で、次いでグランフロント-1 の 28 羽であった。

発見種数平均が最も大きかった調査対象地は、新梅田シティの 5.500 種、次いでなんばパークスの 4.333 種であった。一方、最も発見種数平均が小さかった調査対象地は、あべのキューズモールの 1 種、大阪マルビルの 2 種であった。

発見個体数平均が最も大きかった調査対象地は、新梅田シティの 115.500 羽、次いで大阪マルビルの 110 羽であった。一方、最も発見個体数平均が小さかった調査対象地は、あべのハルカスの 8.500 羽、次いであべのキューズモールの 39.00 羽であった。

表 2-5 鳥類の出現状況（繁殖期）

鳥名	グラシロフロント						新梅田シテイ		大阪駅新北ビル		大阪マルビル	なんばパークス			あべのハルカス		あべのキューズモール
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	1
スズメ	20	34	30	45	21	28	127	35	151	58	109	46	55	76	1	14	39
ヒヨドリ	8	3	2	-	7	16	15	12	2	1	-	3	3	5	-	-	-
ムクドリ	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ツバメ	-	-	5	5	-	5	-	-	-	-	-	1	1	19	-	-	-
セグロセキ	-	1	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-
レイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シジュウカ	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イソヒヨドリ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
リ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カワラヒワ	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハシブトガ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ラス	-	-	-	-	-	-	-	4	2	1	1	1	3	2	-	-	-
キジバト	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カルガモ	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
メジロ	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
エナガ	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種数	2	3	3	2	4	5	6	5	4	3	2	4	5	4	1	3	1
個体数	28	38	37	50	33	52	175	56	158	60	110	51	66	102	1	16	39
種数平均	3.17						5.50		3.50		2.00	4.33			2.00		1.00
個体数平均	39.67						115.50		109.00		110.00	73.00			8.50		39.00

2-4-2-2. 越冬期

平成 26 年（2014 年）度越冬期の鳥類調査において、調査地点ごとに出現した鳥類の種数、個体数、および調査対象地ごとの種数平均、個体数平均を表 2-6 に示した。なお、あべのハルカス-1 および 2 では鳥類の出現が確認できなかった。

鳥類調査の結果、全体では 15 種類 684 羽が確認された。多く確認されたのは、繁殖期と同じくスズメとヒヨドリであるが、占める割合は約 65%にとどまった。また、ウグイスおよびツグミが新梅田シティ-1 のみ、ハクセキレイがグランフロント-1 のみで出現を確認した。

最も多くの種数を確認した地点は、新梅田シティ-1 の 12 種類、次いで、新梅田シティ-2 の 7 種類、グランフロント-2 およびなんばパークス-1 の 6 種類となり、繁殖期に比べて個体数が少ない一方で種数が多い結果となった。一方、最も少なかった地点は、あべのキューズモールの 1 種類であった。この地点では繁殖期と同様にスズメだけが観察された。

最も多くの個体数を確認した地点は、新梅田シティ-1 の 185 羽、次いで新梅田シティ-2 の 105 羽であった。全体としては、繁殖期よりも個体数が減少したが、対象地点によっては繁殖期よりも多く個体数が確認された。一方、最も少なかった地点は大阪駅新北ビル-1 の 2 羽で、次いでグランフロント-5 の 5 羽であった。

発見種数平均が最も大きかった調査対象地は、新梅田シティの 9.500 種、次いでなんばパークスの 4.667 種であった。一方、最も発見種数平均が小さかった調査対象地は、あべのキューズモールの 1 種、次いで大阪駅新北ビルの 2.500 種であった。

発見個体数平均が最も大きかった調査対象地は、新梅田シティの 145.000 羽、次いでなんばパークスの 47.000 羽であった。一方、最も発見個体数平均が小さかった調査対象地は、あべのキューズモールの 7.000 羽、次いで大阪駅新北ビルの 14.500 羽であった。

表 2-6 鳥類の出現状況（越冬期）

鳥名	グランフロント						新梅田シティ		大阪駅新北ビル		大阪マルビル	なんぼパークス			あべのハルカス	あべのキューズモール
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
スズメ	13	7	0	6	1	0	58	11	23	0	42	69	0	15	0	0
ヒヨドリ	0	11	3	14	0	37	68	21	3	1	11	11	13	1	0	0
ムクドリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
セグロセキレイ	2	0	1	1	0	0	4	12	1	0	0	1	0	2	0	0
イシユウカラ	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	1	0	0	0
イソヒヨドリ	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カララヒワ	4	2	0	0	0	0	16	23	0	0	2	0	4	0	0	0
ハシブトガラ	0	5	1	0	0	0	1	2	0	0	1	3	0	0	0	0
スズバト	0	2	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メジロ	0	2	4	7	0	10	15	13	0	0	6	4	8	6	0	7
エナガ	0	0	4	0	0	2	7	7	0	0	0	3	0	0	0	0
ウグイス	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ジョウビタキ	0	0	0	0	0	0	8	9	0	1	0	0	0	0	0	0
ハクセキレイ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ツグミ	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
種数	4	6	5	5	2	4	12	7	3	2	4	6	4	4	0	1
個体数	22	29	13	30	5	56	185	105	27	2	62	91	26	24	0	7
種数平均	4.33						9.50		2.50		4.00	4.67			-	1.00
個体数平均	25.83						145.00		14.50		62.00	47.00			-	7.00

2-5. 分析結果

2-5-1. 多様度指数

表 2-7 に調査地点毎の Simpson の多様度指数 (D), Shannon-Wiener 指数 (H') を算出したものを示した。

2-5-1-1. 繁殖期

Simpson の多様度指数 (D) では、グランフロント-6 の 0.604 が最も高い値を示し、次に新梅田シティ-2 の 0.554, グランフロント-5 の 0.534 が高い値を示した。また、あべのハルカス-1, あべのキューズモールの 0.000 が最も低い値を示し、次いで大阪マルビルの 0.018, 大阪駅新北ビル-2 の 0.065 が低い値であった。Shannon-Wiener 指数 (H') では、グランフロント-6 の 1.619 が最も高い値を示し、新梅田シティ-2 の 1.570, グランフロント-5 の 1.411 が高い値を示した。また、あべのハルカス-1, あべのキューズモールの 0.000 が最も低い値を示し、次いで大阪マルビルの 0.075, グランフロント-4 および大阪駅新北ビル-2 の 0.244 が低い値であった。

2-5-1-2. 越冬期

Simpson の多様度指数 (D) では、新梅田シティ-2 の 0.856 が最も高い値を示し、次にグランフロント-2 の 0.754, 新梅田シティ-1 の 0.748 が高い値を示し

表 2-7 各調査地点の多様度指数

	繁殖期		越冬期	
	D	H'	D	H'
グランフロント-1	0.408	0.863	0.591	0.482
グランフロント-2	0.193	0.571	0.754	0.681
グランフロント-3	0.321	0.863	0.746	0.633
グランフロント-4	0.180	0.244	0.682	0.569
グランフロント-5	0.534	1.411	0.320	0.217
グランフロント-6	0.604	1.619	0.515	0.417
新梅田シティ-1	0.450	1.344	0.748	0.742
新梅田シティ-2	0.554	1.570	0.856	0.888
大阪駅新北ビル-1	0.086	0.331	0.261	0.218
大阪駅新北ビル-2	0.065	0.244	0.500	0.301
大阪マルビル	0.018	0.075	0.499	0.423
なんばパークス-1	0.182	0.597	0.406	0.381
なんばパークス-2	0.298	0.961	0.630	0.488
なんばパークス-3	0.407	1.092	0.538	0.426
あべのハルカス-1	0.00	0.00	-	-
あべのハルカス-2	0.227	0.669	-	-
あべのキューズモール	0.00	0.00	0.000	0.000

た。また、あべのキューズモールの 0.000 が最も低い値を示し、次いで大阪駅新北ビル-1 の 0.261, グランフロント-5 の 0.320 が低い値であった。

Shannon-Wiener 指数 (H') では、新梅田シティ-2 の 0.888 が最も高い値を示し、次いで新梅田シティ-1 の 0.742, グランフロント-2 の 0.681 が高い値を示した。また、あべのキューズモールの 0.000 が最も低い値を示し、次いでグランフロント-5 の 0.217, 大阪駅新北ビル-2 の 0.218 が低い値であった。

2-5-2. 相関分析

多様度指数と環境特性との相関を、繁殖期・越冬期・全体のそれぞれについて表 2-8, 2-9 に示した。

繁殖期 (表 2-8) では、高木面積と H' が $r=0.497$ (5%有意) で、中木面積と H' が $r=0.516$ (5%有意) で、低木面積と H' が $r=0.555$ (5%有意), D が $r=0.484$ (5%有意) で、緑被合計と H' が $r=0.553$ (5%有意) と、正の相関がみられた。

越冬期 (表 2-9) では、高木面積と H' が $r=0.702$ (1%有意), D が $r=0.548$ (5%有意) で、草本金面積と D が $r=0.533$ (5%有意), 緑被合計と H' が $r=0.664$ (1%有意), D が $r=0.599$ (5%有意) で、緑地距離と H' が $r=0.544$ (5%有意) と、正の相関がみられた。また、緑被以外の面積であるその他の面積と H' が $r=-0.579$ (5%有意), D が $r=-0.551$ (5%有意) と、負の相関がみられた。

繁殖期・越冬期それぞれについて、相関係数が有意であったものをまとめ、次頁以降に示した。

表 2-8 多様度指数と環境特性の間の相関係数 (繁殖期)

	高木	中木	低木	草本	畑	緑被合計	その他	緑地距離	河川距離
H'	0.497*	0.516*	0.555*	0.236	-0.154	0.553*	-0.453	0.333	-0.385
D	0.444	0.454	0.484*	0.215	-0.182	0.477	-0.373	0.253	-0.363

* : 5%有意, ** : 1%有意

表 2-9 多様度指数と環境特性の間の相関係数 (越冬期)

	高木	中木	低木	草本	畑	緑被合計	その他	緑地距離	河川距離
H'	0.702**	0.400	0.446	0.487	-0.131	0.664**	-0.579*	0.544*	-0.368
D	0.548*	0.398	0.329	0.533*	0.000	0.599*	-0.551*	0.430	-0.489

* : 5%有意, ** : 1%有意

2-5-2-1. 繁殖期

繁殖期の相関係数が有意であった結果を表 2-10 に示した。

相関係数が 5%以上の水準で有意な組み合わせについて、相関係数を r とすると、 $0.7 \leq r$ となるかなり強い正の相関をもつ組み合わせは、大きいものから順に、スズメの個体数と個体数合計の 0.979、鳥類種数と H' の 0.822、 D の 0.710、と続く。 $r \leq -0.7$ となる強い負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、個体数合計とその他の面積の -0.764、スズメの個体数とその他の面積の -0.734 と続く。

また、 $0.4 \leq r \leq 0.7$ となる中程度の正の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、シジュウカラと緑被合計の 0.694、ヒヨドリと H' の 0.687、ヒヨドリと D の 0.680 と続く。 $-0.7 \leq r \leq -0.4$ となる中程度の負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、ハシボソガラスとその他の面積の -0.691、シジュウカラとその他の面積の -0.532、鳥類種数とその他の面積の -0.520、と続く。

なお、表 2-10 において、強い相関をもつ組み合わせには濃い網掛を、中程度の相関をもつ組み合わせには薄い網掛をかけた。

表 2-10 相関係数（繁殖期）

	キジバト	ハシボソガラス	シジュウカラ	ヒヨドリ	エナガ	イソヒヨドリ	スズメ	カラヒビ	ムクドリ	カルガモ	個体数合計	鳥類種数	H'	D
個体数合計	0.843**	0.683	0.594	0.675	0.451	0.256	0.989**	0.433	0.843**	0.843**	1.000	0.518*	0.116	0.043
鳥類種数	0.775	0.761	0.756	0.892**	0.677	0.431	0.715	0.677	0.775	0.775	0.518	1.000	0.795**	0.699
H'	0.676	0.626	0.779	0.947**	0.737	0.451	0.403	0.750	0.676	0.676	0.116	0.795**	1.000	0.987**
D	0.644	0.573	0.756	0.945**	0.722	0.440	0.342	0.757	0.644	0.644	0.043	0.699**	0.987	1.000
高木	0.655	0.802*	0.948**	0.817*	0.927**	0.272	0.428	0.497	0.655	0.655	0.063	0.490*	0.497*	0.444
中木	0.589	0.825*	0.817*	0.770	0.801*	0.340	0.529	0.632	0.589	0.589	0.198	0.540*	0.516*	0.454
低木	0.662	0.862**	0.963**	0.826*	0.940**	0.406	0.470	0.536	0.662	0.662	0.127	0.571*	0.555*	0.484*
草本	0.780	0.112	0.501	0.711	0.373	0.241	0.528	0.613	0.780	0.780	0.160	0.271	0.236	0.215
畑	0.019	-0.154	-0.088	-0.233	-0.098	0.765**	-0.120	-0.004	0.019	0.019	-0.152	-0.039	-0.154	-0.182
緑被合計	0.435	0.347	0.778**	0.599*	0.660**	-0.048	-0.030	-0.228	0.435	0.435	0.129	0.607**	0.553*	0.477
その他	-0.017*	0.331	-0.215**	-0.040*	-0.009*	0.431	0.494	0.415	-0.017*	-0.017*	-0.127	-0.558*	-0.453	-0.373
構造	0.028	0.606*	0.848**	0.510*	0.867**	-0.239	-0.167	0.112	0.028	0.028	-0.045	0.485*	0.554*	0.504*
緑地距離 (km)	0.770	0.868**	0.873**	0.726	0.814*	0.362	0.756	0.271	0.770	0.770	0.526*	0.560*	0.333	0.253
河川距離 (km)	0.471	0.137	0.418	0.220	0.419	0.815*	0.083	0.440	0.471	0.471	-0.440	-0.526*	-0.385	-0.363

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

2-5-2-2. 越冬期

越冬期の有意であった結果を表 2-11 に示した。

相関係数が 5%以上の水準で有意な組み合わせについて、相関係数を r とすると、 $0.7 \leq r$ となるかなり強い正の相関をもつ組み合わせは、大きいものから順に、 H' と D の 0.964、シジュウカラの個体数と低木面積の 0.917、ヒヨドリの個体数と個体数合計の 0.896 と続く。 $r \leq -0.7$ となるかなり強い負の相関をもつ組み合わせは、ジョウビタキの個体数とその他の面積の -0.750 のみであった。

また、 $0.4 \leq r \leq 0.7$ となる中程度の正の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、メジロの個体数と H' の 0.697、カワラヒワの個体数と H' の 0.694、エナガの個体数と緑被合計の 0.692 であった。 $-0.7 \leq r \leq -0.4$ となる中程度の負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、カワラヒワの個体数とその他の面積の -0.665、シジュウカラの個体数とその他の面積の -0.659、エナガおよびヒヨドリの個体数とその他の面積の -0.585 であった。

なお、表 2-11 において、強い相関をもつ組み合わせには濃い網掛を、中程度の相関をもつ組み合わせには薄い網掛をかけた。

表 2-11 相関係数（越冬期）

	ハシブ トガラス	シジュウ カラ	ヒヨド リ	ウグイ ス	エナガ	メジロ	ジョウ ビタキ	スズメ	セグロ セキレイ	カワラ ヒワ	ツグミ	個体数合 計	鳥類種数	H'	D
個体数 合計	0.338	0.627**	0.877**	0.771**	0.814**	0.815**	0.781**	0.744**	0.566*	0.737**	0.771**	1.000	0.896	0.563	0.403
鳥類種数	0.491*	0.655	0.790	0.664	0.820	0.805	0.761	0.560	0.627	0.760	0.664	0.896**	1.000	0.832	0.703
H'	0.469	0.643**	0.511	0.347	0.664**	0.697**	0.633*	0.108	0.638*	0.694**	0.347	0.563*	0.832**	1.000	0.964**
D	0.377	0.496	0.417	0.262	0.514	0.610*	0.485	-0.028	0.490	0.547*	0.262	0.403	0.703**	0.964	1.000
高木	0.404	0.869*	0.464	0.255	0.736**	0.629**	0.778**	0.220	0.837**	0.828**	0.255	0.622**	0.648**	0.702**	0.548*
中木	0.111	0.584*	0.376	0.152	0.372	0.625**	0.528*	-0.170	0.515*	0.524*	0.152	0.305	0.391	0.400	0.398
低木	0.108	0.917**	0.444	0.266	0.680**	0.646**	0.837**	0.062	0.826**	0.840**	0.266	0.540*	0.488*	0.446	0.329
草本	0.445	0.050	0.568*	0.479	0.259	0.351	0.245	0.069	-0.004	0.161	0.479	0.361	0.548*	0.487	0.533*
畑	-0.201	-0.098	-0.142	0.019	-0.142	-0.276	-0.012	-0.202	-0.155	-0.117	0.019	-0.220	-0.323	-0.131	0.000
緑被合計	0.337	0.801**	0.613**	0.435	0.692**	0.669**	0.829**	0.059	0.702**	0.784**	0.435	0.598*	0.643**	0.664**	0.599*
その他	-0.287	-0.659**	-0.585*	-0.494*	-0.585*	-0.538*	-0.750**	-0.021	-0.535*	-0.665**	-0.494	-0.515*	-0.539*	-0.579*	-0.551*
構造	0.445	0.842**	0.340	0.028	0.624**	0.630**	0.685**	0.018	0.824**	0.750**	0.028	0.464	0.578*	0.655**	0.553**
緑地距離 (km)	0.288	0.730**	0.495*	0.459	0.637**	0.708**	0.734**	0.574*	0.684**	0.771**	0.347	0.754**	0.689**	0.544*	0.430
河川距離 (km)	-0.225	-0.107	-0.189	-0.012	-0.155	-0.352	-0.081	-0.287	-0.169	-0.132	-0.012	-0.290	-0.488*	-0.368	-0.489

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

2-5-3. nMDS

nMDS を用いた地点グルーピングの結果を次の図 2-13, 2-14 に示した。このグルーピングの基準は、鳥類種ごとの出現の有無である。分割数については Calinski-Harabasz の基準により、繁殖期は 5 つ、越冬期は 4 つとした。

以下、それぞれの結果について示した。

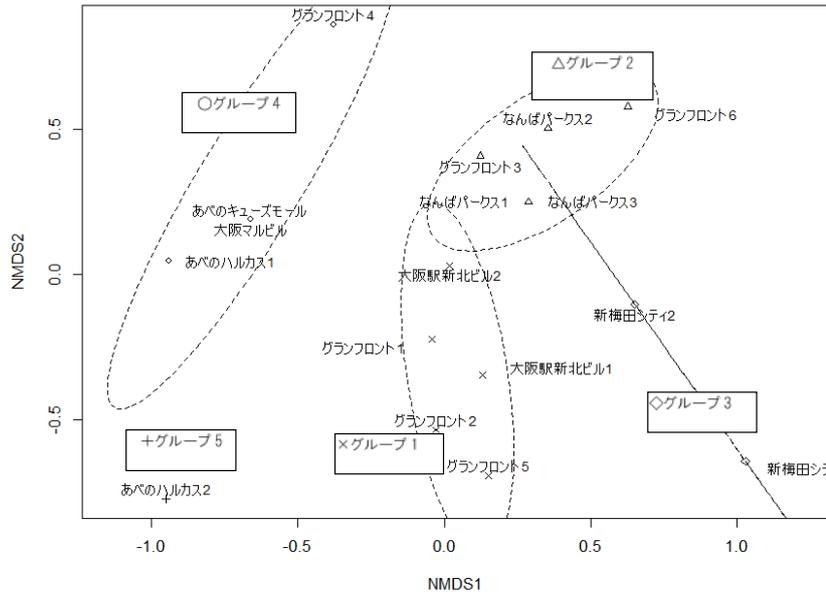


図 2-13 繁殖期の出現鳥類種に基づいて nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）

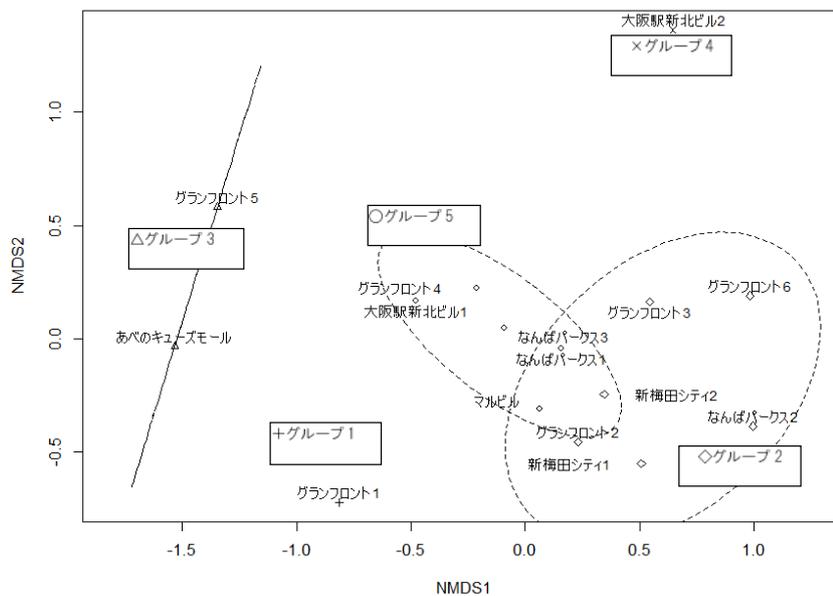


図 2-14 越冬期の出現鳥類種に基づいて nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）

2-5-3-1. 繁殖期

繁殖期の類別の結果を表 2-12 に示した。繁殖期では、グループ 1 がグランフロント大阪-1, 2, 5, 大阪駅新北ビル-1, 2 の 5 地点, グループ 2 がグランフロント大阪-3,6, なんばパークス-1,2,3 の 5 地点, グループ 3 が新梅田シティ-1, 2 の 2 地点, グループ 4 がグランフロント大阪-4, 大阪マルビル, あべのハルカス-1, あべのキューズモールの 4 地点, グループ 5 があべのハルカス-2 の 1 地点と 5 グループに分けられた。

各グループの鳥類種毎の出現有無について、表 2-13 に示した。グループ 1 はこのグループのみで確認された種がない。グループ 2 は、唯一カワラヒワが確認された。グループ 3 は、このグループのみで確認された種がキジバト, シジュウカラ, エナガ, ムクドリ, カルガモと多い。また、出現種数が合計 8 種と最も多い。グループ 4 も、このグループのみで確認された種がない。グループ 5 は、イソヒヨドリが唯一確認された。

表 2-12 nMDS 結果 (繁殖期)

グループ 1	グランフロント-1 グランフロント-2 グランフロント-5 大阪駅新北ビル-1 大阪駅新北ビル-2
グループ 2	グランフロント-3 グランフロント-6 なんばパークス-1 なんばパークス-2 なんばパークス-3
グループ 3	新梅田シティ-1 新梅田シティ-2
グループ 4	グランフロント-4 大阪マルビル あべのハルカス-1 あべのキューズモール
グループ 5	あべのハルカス-2

表 2-13 各グループの鳥類出現有無 (繁殖期)

	グループ				
	1	2	3	4	5
キジバト	-	-	○	-	-
ハシブトガラス	○	○	○	-	-
シジュウカラ	-	-	○	○	-
ヒヨドリ	○	○	○	-	-
エナガ	-	-	○	-	-
メジロ	○	○	-	-	-
イソヒヨドリ	-	-	-	-	○
スズメ	○	○	○	○	○
ムクドリ	-	-	○	-	-
セグロセキレイ	○	-	-	○	○
カワラヒワ	-	○	-	-	-
ツバメ	-	○	-	○	-
カルガモ	-	-	○	-	-

(1) グループごとの鳥類出現傾向

各グループの鳥類個体数、種数、平均値および優占種、指標種を表 2-14 に示した。

鳥類個体数および種数の平均値に着目すると、確認された個体数が多くとも種数も多く確認されるというわけではないことが分かる。グループ 3 は 5 グループのうち最も確認個体数の平均値が大きいですが、種数はグループ 4 に次いで 2 番めに少ない。また、グループ 5 は最も確認個体数の平均値が小さいが、種数は 3 種類確認されており、個体数に対して種数が最も豊富であるといえる。

また、各グループの優占種および指標種について、優占種と指標種が合致する傾向にあった。グループ 1 はヒヨドリが優占種となっている。このグループのみで確認された種がなく、指標種も特定されなかった。グループ 2 は、優占種がツバメである。唯一カワラヒワが確認されたグループであるが、指標種は優占種と同様にツバメである。グループ 3 は、優占種がヒヨドリである。このグループのみで確認された種がキジバト、シジュウカラ、エナガ、ムクドリ、カルガモの 5 種あるが、指標種は優占種と同じくヒヨドリである。グループ 4 も、このグループのみで確認された種がなく、指標種も特定されなかった。グループ 5 は、イソヒヨドリが唯一確認され、また指標種もイソヒヨドリであった。

表 2-14 繁殖期におけるグループごとの鳥類出現状況

	鳥類個体数 (平均)	鳥類種数 (平均)	優占種	指標種
グループ 1	63.400	3.200	ヒヨドリ	なし
グループ 2	61.600	4.200	ツバメ	ツバメ
グループ 3	115.500	2.200	ヒヨドリ	ヒヨドリ
グループ 4	50.000	1.500	ツバメ	なし
グループ 5	16.000	3.000	イソヒヨドリ セグロセキレイ	イソヒヨドリ

(2) グループごとの環境特性

環境特性についてグループ毎の値を表 2-15 に示した。

グループ 1 の植栽は、中木の面積が比較的小さく、また草本の面積が階数の高いグループとしては大きい。また、畑については含まれる 5 地点のうち大阪駅新北ビル-2 の 1 箇所のみが存在する要素である。河川までの距離が最も近いグループである。

グループ 2 の植栽は、高木、中木、低木の面積が比較的大きく、また地上ではない緑地を含むグループの中では構造の値が大きい。

グループ 3 は地上緑地である新梅田シティの 2 地点のみが含まれる。植栽は畑以外のすべての要素で最も大きくなっており、構造の値も最も大きく、豊かな植栽がなされていることが分かる。また、周辺の緑地までの距離も近い。

グループ 4 の植栽は、中木、草本の面積が比較的小さく、緑被合計が最も小さい。加えて構造の値も小さくなっている。また、周辺の緑地および河川までの距離は遠い。

グループ 5 はあべのハルカス-2 のみが含まれる。10 階の高さの緑化空間であり、高木および草本による植栽はなされていない。緑被合計は中程度であるが構造の値が小さくなっている。また、周辺の緑地までの距離は最も大きい。

表 2-15 繁殖期におけるグループごとの環境特性（上段：平均値，下段：SD）

	階数	高木	中木	低木	草本	畑	緑被合計	その他	緑地距離	河川距離	構造
グループ 1	8.5	107.371	58.667	119.188	286.064	76.044	647.333	1426.948	0.996	0.304	121.364
		76.727	60.654	120.493	254.134	170.039	453.998	380.990	0.073	0.073	99.483
グループ 2	5.4	175.548	100.581	211.769	198.793	0.000	686.692	1494.159	0.910	0.556	201.624
		92.186	69.743	126.649	110.033	0.000	229.189	147.497	0.159	0.331	60.101
グループ 3	1.0	558.064	163.629	716.067	362.858	32.627	1833.244	760.244	0.555	0.695	457.471
		282.002	65.643	365.362	352.317	46.142	314.549	5.996	0.035	0.021	376.803
グループ 4	7.25	106.613	46.307	122.664	152.322	0.000	427.905	1640.239	2.028	0.565	98.413
		137.344	35.407	79.104	220.154	0.000	261.024	192.885	1.295	0.337	51.738
グループ 5	10.0	0.000	36.806	134.240	0.000	480.289	651.335	1329.242	3.250	0.340	21.476

2-5-3-2. 越冬期

越冬期の類別の結果を表 2-16 に示した。越冬期は、あべのハルカス-1,2 で鳥類を確認できなかったため、解析から除外した。

グループ 1 がグランフロント大阪-1 の 1 地点，グループ 2 がグランフロント大阪-4，大阪駅新北ビル-1，大阪マルビル，なんばパークス-1，3 の 5 地点，グループ 3 がグランフロント大阪-2，3，6，新梅田シティ-1，2，なんばパークス-2 の 6 地点，グループ 4 がグランフロント大阪-5，あべのキューズモールの 2 地点，グループ 5 が大阪駅新北ビル-2 の 1 地点，と 5 グループに分けられた。また，鳥類が確認できなかったあべのハルカス-1，2 の 2 地点を便宜上グループと呼ぶこととした。

各グループの鳥類種毎の出現有無について，表 2-17 に示した。各グループ 1 は，唯一ハクセキレイが確認された。グループ 2 は，このグループのみで確認された種はない。グループ 3 は，キジバト，シジュウカラ，エナガ，ツグミがこのグループのみで確認されている，また，出現種数が合計 12 種と最も多い。グループ 4 は，このグループのみで確認された種がなく，また，出現種数もイソヒヨドリ，スズメの合計 2 種類と少ない。グループ 5 も，このグループのみで確認された種がなく，出現種数も，ヒヨドリ，ジョウビタキの合計 2 種類である。

表 2-16 nMDS 結果（越冬期）

グループ 1	グランフロント-1
グループ 2	グランフロント-4 大阪駅新北ビル-1 大阪マルビル なんばパークス-1 なんばパークス-3
グループ 3	グランフロント-2 グランフロント-3 グランフロント-6 新梅田シティ-1 新梅田シティ-2 なんばパークス-2
グループ 4	グランフロント-5 あべのキューズモール
グループ 5	大阪駅新北ビル-2
グループ 6	あべのハルカス-1 あべのハルカス-2

表 2-17 各グループの鳥類出現有無（越冬期）

	グループ					
	1	2	3	4	5	6
キジバト	-	-	○	-	-	-
ハシブトガラス	-	○	○	-	-	-
シジュウカラ	-	-	○	-	-	-
ヒヨドリ	-	○	○	-	○	-
ウグイス	-	-	○	-	-	-
エナガ	-	○	○	-	-	-
メジロ	-	○	○	-	-	-
ジョウビタキ	-	-	○	-	○	-
イソヒヨドリ	-	○	-	○	-	-
スズメ	○	○	○	○	-	-
ハクセキレイ	○	-	-	-	-	-
セグロセキレイ	○	○	○	-	-	-
カワラヒワ	○	-	○	-	-	-
ツグミ	-	-	○	-	-	-

(1) グループごとの鳥類出現傾向

各グループの鳥類個体数，種数，平均値および優占種，指標種を表 2-18 に示した。

鳥類個体数および種数の平均値に着目すると，繁殖期に比べて確認された個体数が少ないことが分かる。一方で種数は多くなっていた。

また，各グループの優占種および指標種について，優占種と指標種が異なる傾向にあった。グループ 1 は優占種がスズメである。唯一ハクセキレイが確認され，また，指標種もハクセキレイである。グループ 2 も優占種がスズメである。このグループのみで確認された種はなく，メジロが指標種である。グループ 3 は優占種がヒヨドリである。キジバト，シジュウカラ，エナガ，ツグミがこのグループのみで確認されており，指標種はメジロである。グループ 4 は優占種がヒヨドリとジョウビタキである。このグループのみで確認された種はなく，出現種数もイソヒヨドリ，スズメの合計 2 種類と少ない。指標種はイソヒヨドリである。グループ 5 は，鳥類が確認されなかったグループである。

表 2-18 越冬期におけるグループごとの鳥類出現状況

	鳥類個体数 (平均)	鳥類種数 (平均)	優占種	指標種
グループ 1	22.000	4.000	スズメ	ハクセキレイ
グループ 2	46.800	4.400	スズメ	メジロ
グループ 3	69.000	6.333	ヒヨドリ	メジロ
グループ 4	6.000	1.500	スズメ	イソヒヨドリ
グループ 5	2.000	2.000	ヒヨドリ ジョウビタキ	なし
グループ 6	0	0	-	-

(2) グループごとの環境特性

環境特性についてグループ毎の値を表 2-19 に示した。

グループ 1 は地上緑地であるグランフロント-1 のみが含まれる。植栽は、高木および低木のみでなされており、緑被合計も小さい。構造の値はグループ 6 に次いで番目に小さい。ただし、植栽面積の小ささに対しての構造の値は比較的大きいといえる。グループ 2 は、低木面積がやや小さいものの各要素がバランス良く配されており構造の値は中程度となっている。

グループ 3 は、植栽面積の大きい調査地点が多く含まれており、6 グループの中でも高木、低木、緑被合計、構造が最も大きくなっており、中木、草本に関しても比較的大きくなっている。また、畑は 6 地点のうち新梅田シティ-1 のみで確認された要素である。

グループ 4 は、低木の面積と緑被合計が比較的大きくなっている。また、植栽の状況に対して、構造の値がやや小さくなっている。周辺の緑地までの距離はグループ 6 に次いで 2 番めに遠い。

グループ 5 は大阪駅新北ビルのみが含まれている。高木による植栽はなされていないが、その他の要素については中木と草本および畑の面積が 6 グループの中で最も大きい。また、その他の面積が最も小さく、構造の値も比較的小さい。周辺の緑地および河川までの距離が最も近いグループである。

グループ 6 は、鳥類が出現しなかったあべのハルカスの 2 地点のみが含まれる。高木、低木の面積は中程度であるが、その他の要素は比較的小さく、構造の値も最も小さい。また、周辺の緑地までの距離が最も遠い。

表 2-19 越冬期におけるグループごとの環境特性（上段：平均値，下段：SD）

	階数	高木	中木	低木	草本	畑	緑被合計	その他	緑地距離	河川距離	構造
グループ 1	1.0	111.057	0.000	0.000	139.933	0.000	250.990	1773.253	1.000	0.370	70.702
グループ 2	6.6	125.394	59.775	113.194	165.898	0.000	734.331	1635.868	0.888	0.602	130.129
グループ 3	4.33	301.951	124.619	355.734	353.268	10.876	969.599	1179.478	0.843	0.578	294.910
グループ 4	5.3	55.203	62.820	215.531	84.620	0.000	717.374	1632.181	2.080	0.305	96.565
グループ 5	14.0	0.000	136.494	260.703	387.331	380.218	596.158	924.820	0.910	0.220	128.582
グループ 6	13.0	148.518	18.403	159.840	56.842	240.145	623.747	1398.788	3.215	0.305	66.247
		210.036	26.026	36.203	80.386	339.616	39.016	98.353	0.049	0.049	63.315

2-5-4. nMDS プロットと環境要因の関係

出現鳥類種に基づいた調査地点およびグループの配置図上に、環境要因の影響の強さを等高線状に示した。(図 2-15, 図 2-16, 図 2-17)

繁殖期に関しては、有意な要素が 6 つと多かったため、視認性を踏まえて、図 2-15 では「中木」、「低木」、「緑被合計」の植栽要素のみを、図 2-16 では「河川距離」、「緑地距離」、「年度」の植栽以外の要素を、重ね合わせることにした。

2-5-4-1. 繁殖期

繁殖期で nMDS 平面上の鳥類出現種に基づく調査地点のばらつきに対して有意であった要素は「中木」、「低木」、「緑被合計」、「河川距離」、「緑地距離」、「年度」の 6 つであった。各要素についてみていくと、中木、緑被合計、河川距離、年度についてはおおよそ第 2 軸に平行で幅も均一な等高線が得られた。このうち中木、低木、緑被合計、緑地距離については第 1 軸正の方向に増加するベクトルをもち、河川距離、緑地距離については第 1 軸負の方向に増加するベクトルをもち、これらの要素は配置図に対して線形の関係を持つといえる。また、低木に関しては第 1 軸正の側に中心を持つ山状に第 1 軸負の方向へ線の幅が広がる不均一な等高線が得られた。

また、緑地距離はおおよそ第 2 軸に並行であるが第 1 軸負の方向にいくほど幅が広がり、第 1 軸に平行になっていく不均一な等高線が得られた。このことから、低木面積、緑地距離は線形ではない複雑な関係をもつ可能性が示唆された。

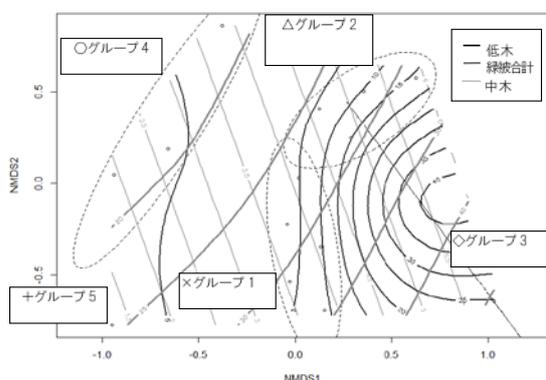


図 2-15 nMDS 平面上に示された調査地点 (グループ) と環境要因 (繁殖期・植栽要素)

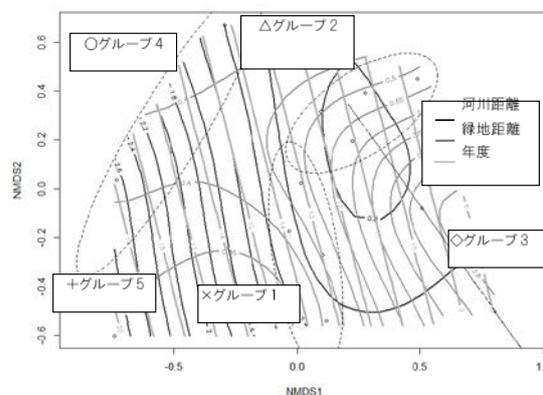


図 2-16 nMDS 平面上に示された調査地点 (グループ) と環境要因 (繁殖期・外部要素)

2-5-4-2. 越冬期

越冬期で nMDS 平面上の鳥類出現種に基づく調査地点のばらつきに対して有意であった要素は「畑」、「緑地距離」の2つであった。

各要素についてみていくと、畑、緑地距離ともに主に第1軸に対して平行な等高線であるが、畑については第2軸正の方向にいくほど密にベクトルが増加し、負の方向にいくにしたがい、密であった等高線の幅が極端に広がり、谷状の部分を経て増加に転じる不均一な等高線が得られた。また、緑地距離については、配置図上右下の方向に中心を持ち放射状に広がってベクトルが減少していく不均一な等高線が得られた。以上から、畑、緑地距離も単純な線形ではない関係をもつ可能性が示唆された。

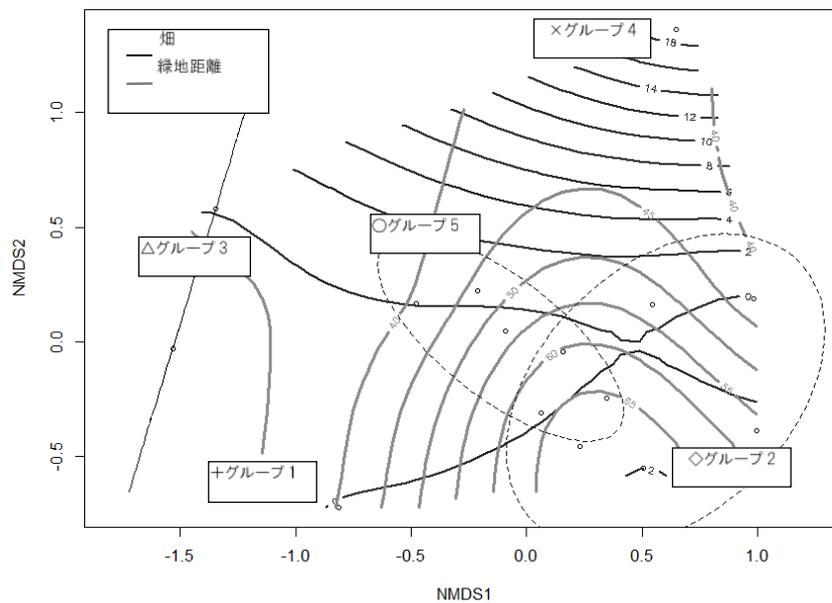


図 2-17 nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）と環境要因（越冬期）

2-6. 考察

2-6-1. 各グループの鳥類出現状況とその生態に関して

繁殖期について、各グループの鳥類出現状況をみると、グループ 1, 4 は指標種が選ばれず、またその他の出現した鳥類も都市部でよく確認されるものであった。またグループ 5 は指標種としてイソヒヨドリが選ばれたが、あべのハルカスにほど近い天王寺公園から飛来してきたものと考えられ、主に見られるのはスズメが殆どであった。なおイソヒヨドリは一般に海岸周辺に生息するといわれているが、国内においては都市部への進出が指摘されている⁶⁴⁾。グループ 2 については、指標種にツバメが選ばれた。これは、主になんばパークスのステップ式に作られた構造から、ツバメの営巣に活用できる⁶⁵⁾空間が多くあったためと推察された。グループ 3 は出現種数が 8 種と最も多く、指標種はヒヨドリであった。グループ 3 は地上部の緑地であり、ヒヨドリの餌となる植物が豊富であることによると推察された。

越冬期については、グループ 1 については主に都市部でよくみられる鳥類種が確認され、指標種はハクセキレイであった。グループ 4 については、繁殖期のグループ 5 と同様にイソヒヨドリが指標種として選ばれたが、ほかはスズメしか出現していない。また、グループ 2, 3 はどちらも樹林性であるメジロが指標種に選ばれている。この 2 グループはどちらも出現種数が多く、植生が豊かであることが推察される。また、グループ 5 も同様に樹林性であるジョウビタキが指標種となっているが、比較的物理的距離の近いグループ 3 から飛来している可能性がある。

本章の対象地は、半径 2,500m 圏内にすべてが存在し、今回確認された鳥類の活動域を考えると、都市において非常に広い圏域を行動範囲とするシジュウカラ⁶⁶⁾などはより多くの地点で確認される可能性もあった。しかし、そういった結果を示さなかったのは、鳥類の活動域によるものではなく、個々の調査地点をとりまく環境によるものと考えられた。

なお、カルガモが唯一出現した新梅田シティ-1 に関しては、この調査地点のみ田んぼを模した環境が作られており、カルガモの性質を加味するとこれが強く影響していると考えられる。また、対象地点によってはその利用者による餌付け行為も関係していると考えられる^{67, 68)}。

繁殖期と越冬期の差異については、個体数・種数ともに越冬期の方が多く確認された。これは、越冬期において、繁殖期よりも種が多いという多くの既往研究と同様の傾向といえた。

2-6-2. 各環境要素と鳥類出現の関係

繁殖期において nMDS 平面上に示した低木・中木面積および中木面積のベクトルの増加方向に位置するグループ 2, 3 は、種々の緑被面積のグループ平均が大きい傾向にあり、また出現した鳥類種数も多くなっていることから、「低木」「中木」「緑被合計」が鳥類相に対して影響を与え、また、これらの値が大きくなることによって鳥類種数が増加していることが示唆された。河川距離・年度のベクトルはこれらと逆を向いており、「河川距離」がより小さく(河川に近く)、整備の「年度」がより古いことが、鳥類種数を増加させる要因となっている可能性が示された。河川距離については、確認された水鳥がカルガモのみであることから、水鳥以外の鳥類への影響として都市部における開放された空間として緑地間の移動経路としての影響した可能性などが推察される。整備年度については、整備後の経過で植物種数が増加していった事例があり⁶⁹⁾、ある程度年月を経て植生がより豊かになったことが鳥類種数の増加に影響している可能性が考えられる。

越冬期においては、nMDS 平面上に示した畑面積のベクトルの増加方向に位置するグループ 2, 3 では、鳥類の出現種数が他グループより多く、セグロセキレイ、カワラヒワなどの草原性であり水辺環境を好む鳥類のほか、スズメ、ヒヨドリなど都市部に適応した鳥類や、エナガ、メジロなど樹林性鳥類など多様な嗜好の鳥類が確認されている。これは、畑の環境をもつ対象地が、畑や草地以外にも多様な環境を含む単一でない環境であることによる可能性が考えられる⁷⁰⁾。ただし、畑の環境をもつ対象地は 3 地点のみであるため、極端な結果となっている可能性がある。

「緑地距離」に関しては、ベクトルの増加方向が鳥類出現種数の多いグループの位置に向かっており、周辺緑地までの距離が大きくなるほど鳥類相が豊かになるように読み取れ、既往研究とは異なる結果がみられた。ただし「緑地距離」の影響は繁殖期・越冬期ともにやや歪な等高線を示しており、複雑な影響

を持っている可能性がある。または、周辺に緑地がないことから、樹木や草本など種々の植栽が存在していることや、それらの面積が十分に確保することを意識して整備された場所が含まれている可能性もあり、単純に周辺緑地までの距離の大小のみで論じることは難しいと考えられる。なお、「緑地距離」のベクトルの影響が弱い（緑地に近い）グループにおいて、鳥類の出現数が2種類程度と少ない結果となっている。一般に緑地に近いことが鳥類種数の増加につながると言われていることから、本研究で検証したもの以外の要素についても精査することでさらなる知見を得られる可能性があると考えられる。

以上のことから、種々の植栽要素の影響のほかに、外部環境として調査地点と周辺の河川までの距離が影響していることが示唆された。一般には周辺に緑地、特に大規模緑地が存在することによって鳥類多様性が向上する²⁶⁾といわれているが、川までの距離との関係については、河川環境での鳥類出現に関する研究⁷¹⁾や、バッファ内の面積として河川を含めて分析した研究⁷²⁾はあるが、調査地点と河川との距離から言及した研究はあまりなく、詳細な検討の余地があるだろう。例えば、鳥類グループに対する環境要因の影響だけでなく、鳥類種ごとに環境からどのように影響を受けているかの検証も重要だと考えられる。

第3章 都市部の緑化空間における環境特性と出現鳥類種毎への影響

本章では、大阪市内中心部の都市建築に付随する緑化空間において出現する鳥類種とそれらに影響を与える環境要因の把握を行った。第2章では、鳥類の出現状況から対象地を類別した上で環境要因の影響を探ったが、都市に訪れる鳥類は決して種数が多くない⁷³⁵⁾ものの都市部への進出が見られるようになったものもあり⁶⁴⁾、これを考慮するために本章では個々の鳥類種ごとに環境影響を検証することとした。

3-1. 研究方法

3章での研究フローは図3-1に示した。まず、研究対象地の設定をし、対象地における現地での調査、調査結果から解析をし、そして考察をすることで本章をとりまとめた。

3-2. 調査対象地の設定

事前に作成した候補地選定結果をもとに、現地踏査を行うことで本研究の対象地を絞った。候補地選定のための現地調査は2015年4月に実施した。

図3-2に研究対象地の所在を示した。この図に示したように、決定した調査地については、研究対象地10カ所調査地点18地点とした。調査対象地内での調査地点数について、具体的には、グランフロント大阪(6地点)、新大阪プライムタワー(1地点)、大阪アメニティパーク(以下OAP, 2地点)、大阪高等裁判所(1地点)、新ダイビル(1地点)、フェステ

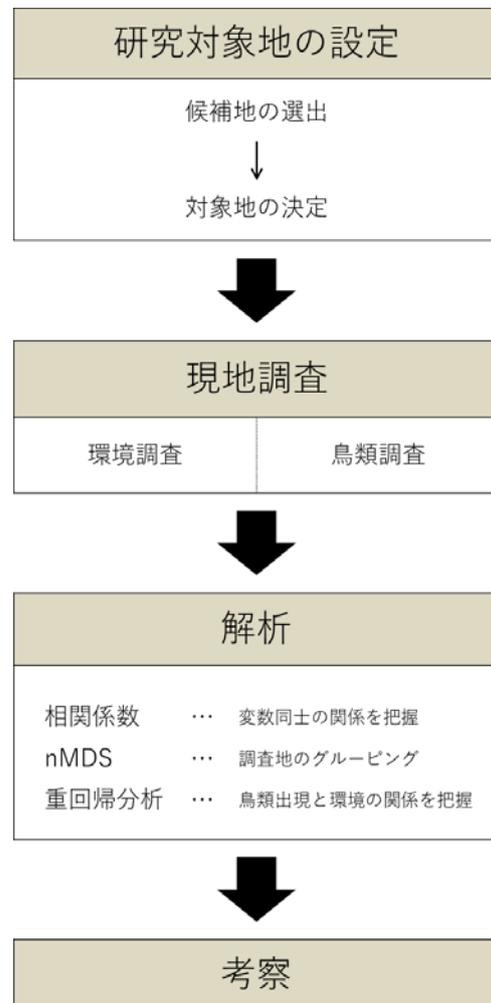


図3-1 本章における研究フロー図

ィバルタワー（1地点）、ダイビル本館（2地点）、ほたるまち（2地点）、土佐堀ダイビル（1地点）、田島大阪ビル（1地点）を対象とした。



図 3-2 調査対象地ならびに調査地点

3-3. 調査方法

本章では、緑化空間の環境と、鳥類出現の関係を把握する為に、研究対象地において環境と鳥類の出現状況を調査した。対象範囲については、第2章と同じく既往研究¹³⁾を参考に調査地点毎に半径25mと設定している。

3-3-1. 環境調査

緑化空間の環境と、鳥類出現の関係を把握する為に、研究対象地の環境を調べる。対象地ごとに、「内部環境」として対象地の植栽状況を、「外部環境」として対象地から周辺の河川や大規模緑地までの距離を調べた。

調査方法については第2章の2-3-1.と同様の手法で行った。なお、調査は2016年6月～7月に実施した。

3-3-2. 鳥類調査

鳥類種毎の出現状況を把握するために鳥類調査を行った。調査方法は第2章の2-3-2.と同様の手法で行った。なお、調査期間は、季節によって鳥類の種組成が異なることを踏まえて、鳥類の繁殖期である2015年6～7月、越冬期である2015年11月～2016年2月、それぞれの期間に各7回計14回の調査を行った。

3-4. 分析方法

本項では、鳥類の「種多様性」を把握する指標として鳥類調査結果をもとに多様度指数の算出を行った。また、調査結果に多様度指数を加えたデータを解析する際の手法として相関分析、重回帰分析を用いた。

3-4-1. 多様度指数

鳥類の「種多様性」を把握する指標として多様度指数を利用した。多様度指数の詳細については第2章の2-5-1.と同様である。

3-4-2. 相関分析

鳥類個体数・種数、多様度指数と内部・外部環境との関係を調べるために、相関係数を算出した。相関分析の詳細については第2章の2-5-2.と同様である。

3-4-3. 重回帰分析

3-4-3-1. 重回帰分析とは

それぞれの調査地点において、鳥類分布に影響を与えている要素と、その影響の強弱を明らかにするために重回帰分析^{55,74)}を行った。重回帰分析を使う典型的な目的は、1つの目的変数に対して、2つ以上の説明変数を使って関係を探るといふときである。重回帰分析の一般的な使い方の1つは理論の検証であり、目的変数と説明変数の間の関係が検証される。もう1つの目的は予測であり、回帰方程式がデータのあるサンプルに適用されてから、その方程式を使ってまだ値がわからない被説明変数に対して目的変数の値を予測するときに使われる。

本研究では、目的変数を「個体数合計」、「鳥類ごとの出現数」、「鳥類種数」などより相関分析の結果を基に選ぶこととした。また、説明変数は、鳥類分布に影響を与えている要素を明らかにするために対象地の「階層」、「高木面積」、「中木面積」、「低木面積」、「草本類面積」、「緑被合計」、「その他の面積」、「緑地までの距離」、「河川までの距離」の9変数とした。また、変数の選択方法は、変数増減法（stepwise forward selection method）を適用した。

変数増減法とは、すべての変数を組み込んだ段階から不要な変数を削除していく変数減少法（backward selection method）、定数項だけのモデルから有用な

変数を追加していく変数増加法 (forward selection method), これらを組み合わせた変数選択方法である。

3-4-3-2. 評価指標について

評価指数^{55,74,75)}について, 自由度調整済み決定係数 R^2 は, 回帰式の当てはまりのよさを評価する指標の一つである。決定係数は, 説明変数を追加するほど当てはまりがよいと評価されるため, 説明変数の個数による影響を取り除いたものが, 自由度調整済み決定係数である。説明変数の数を p , サンプルサイズを n , 回帰変動を SR , 全体変動を ST とすると, 決定係数 R^2 は以下のように定義される。

$$R^2 = \frac{S_R}{S_T}$$

また, 自由度調整済み決定係数 R^2 は以下のように定義される。

$$R^{*2} = 1 - R^2 = 1 - \frac{S_R}{S_T}$$

VIF は, 重回帰分析における多重共線性を検出するための指標のひとつである。VIF が 10 を超えると, 多重共線性が存在すると判断される。VIF は決定係数 R^2 を用いて以下の式で定義される。

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

AIC は, 重回帰分析では説明変数の数を増やすだけであてはまりが改善することから, 変数の数を増やすことを一種のペナルティーとして科す手法である。あてはまり具合が近いモデル同士を比較した場合, 変数の少ないモデルが選択され, この値が小さいほど適切なモデルとされる。

AIC は, n をサンプルサイズ, 説明変数の数を p , 残差平方和を Se , 自然対数を \log とすると, 以下のように定義される。回帰式に定数項を含む場合, 以下の式で定義される。

$$AIC = n \left(\log \left(2\pi \frac{S_e}{n} \right) + 1 \right) + 2(p + 2)$$

回帰式に定数項を含まない場合，以下の式で定義される。

$$AIC = n \left(\log \left(2\pi \frac{S_e}{n} \right) + 1 \right) + 2(p + 1)$$

3-5-1. 環境調査

3-5-1-1. 内部環境

2016年6～7月に行った植栽調査のGISによる算出結果を表2-1(実測値)に示した。なお、各植栽ポリゴンは、階層構造を考慮するためにそれぞれ別のレイヤーに作成し重なる部分も重複して計算している。よって、緑被合計とその他の面積を合算すると対象地点から開いた半径25mバッファ面積を超える場合がある。

緑被割合が最も大きい調査地点は、OAP-2の78.95%で、次いでダイビル本館-1の62.80%、OAP-1の53.21%であった。緑被割合が最も小さい調査地点は、田島大阪ビルの4.58%で、次いでほたるまち-1の6.91%、グランフロント-3の13.61%であった。

図3-3は、「屋上緑地」と「地上緑地」それぞれの半径25mバッファ内の植栽面積について平均をプロットしたものである。「地上緑地」では、高木面積と低木面積が大きく、「屋上緑地」では草本類の面積が大きい結果であった。また、緑被面積の合計では、屋上緑地の面積がわずかに大きい結果を示した。

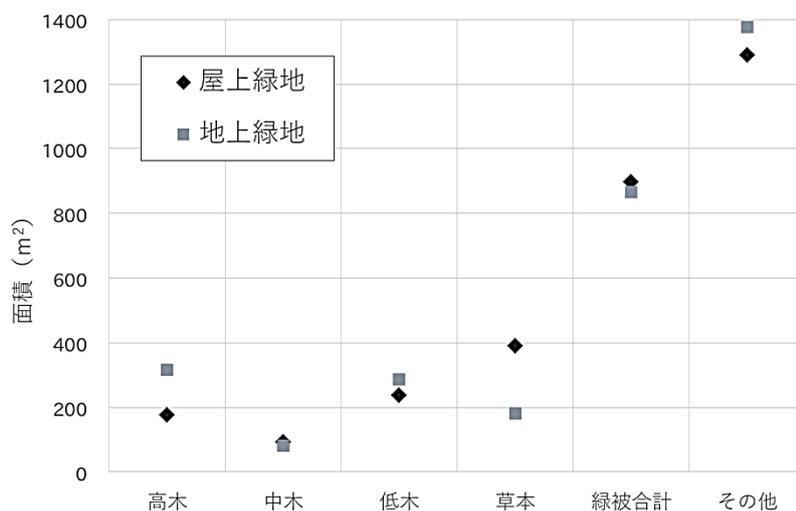


図 3-3 緑地形態ごとの内部環境 (平均値)

表 3-1 各調査地点の環境特性

	階層	施設面積 (m ²)	緑被面積 (m ²)	高木面積 (m ²)	中木面積 (m ²)	低木面積 (m ²)	草本類面積 (m ²)	緑被合計 (m ²)	その他 (m ²)	合計面積 (m ²)	河川距離 (km)	緑地距離 (km)
グランフロント-	地上		189.25	111.06	0.00	0.00	139.93	250.99	1,773.25	2,024.24	0.37	1.00
グランフロント-	屋上		816.70	216.57	106.44	67.04	683.14	1,073.19	1,146.80	2,219.99	0.38	1.04
グランフロント-	屋上		267.31	73.83	42.00	8.51	235.43	359.77	1,696.19	2,055.96	0.31	1.11
グランフロント-	屋上	14,345.48	477.20	116.91	63.92	40.96	474.16	695.95	1,486.30	2,182.25	0.24	1.25
グランフロント-	屋上		450.91	110.41	43.84	235.78	169.24	559.26	1,512.59	2,071.85	0.22	1.27
グランフロント-	地上		660.32	189.16	133.75	286.15	374.43	983.49	1,303.18	2,286.67	0.24	1.22
新大阪プライム	地上		379.46	189.13	0.00	40.25	26.23	255.61	1,584.04	1,839.64	2.50	1.08
OA P-1	地上		1044.72	645.24	28.59	600.51	214.01	1,488.34	918.78	2,407.12	0.09	0.12
OA P-2	地上		1550.10	384.57	57.05	637.26	848.23	1,927.11	413.40	2,340.51	0.11	0.07
大阪高等裁判所	地上		437.24	197.09	6.35	309.96	18.34	531.75	1,526.258	2,058.03	0.47	0.18
新ダイビル	地上		812.84	859.09	583.33	509.65	196.26	2,148.32	1,150.66	3,298.98	0.97	0.09
フェスティバル	屋上		792.61	0.00	237.76	369.18	412.42	1,019.35	1,170.89	2,190.24	0.73	0.08
ダイビル本館-1	屋上		1233.16	543.22	63.53	700.88	367.28	1,674.91	730.34	2,405.25	0.75	0.08
ダイビル本館-2	地上		418.12	230.47	101.65	252.00	107.93	692.06	1,545.38	2,237.43	0.72	0.11
ほたるまち-1	地上		135.70	101.65	9.53	0.00	32.38	143.57	1,827.80	1,971.36	0.57	0.10
ほたるまち-2	地上		720.30	149.11	25.41	578.05	93.32	845.90	1,243.20	2,089.10	0.53	0.12
土佐堀ダイビル	地上		599.74	705.13	37.82	182.14	106.10	1,031.19	1,363.76	2,394.96	0.38	0.10
田島大阪ビル	地上		90.82	38.12	0.00	39.71	22.23	100.06	1,872.68	1,972.74	0.11	0.43

調査地点から規模の大きな緑地、および河川までの距離の、GISによる算出結果を表3-2に示した。なお、前述のとおり、緑地については緑被の外周までの距離、河川については河川を中心までの距離とした。本研究において規模の大きな緑地とは緑被面積が2ha以上となる緑地である。

3-5-1-2. 外部環境

外部環境について、緑地までの距離が最も近い調査地点は、OAP-1の0.090kmで、以下OAP-2の0.110km、グランフロント-5の0.220km、グランフロント-4および6の0.240kmであった。一方、緑地までの距離が最も遠い調査地点は、新大阪プライムタワーの2.500kmで、次いで新ダイビルの0.970km、ダイビル本館-1の0.750km、フェスティバルタワーの0.730kmであった。また、河川までの距離が最も近い調査地点は、OAP-2の0.070kmで、フェスティバルタワーおよびダイビル本館-1の0.080km、新ダイビルの0.090km、ほたるまち-1および土佐堀ダイビルの0.100kmであった。一方、河川までの距離が最も遠い調査地点は、グランフロント-5の1.250kmで、次いでグランフロント-4の1.250km、グランフロント-6の1.220km、グランフロント-3の1.110kmであった。

表 3-2 各調査地点の外部環境（実測値および順位）

		階層	緑地距離 (km)	河川距離 (km)	緑地近さ	河川近さ
グランフロント-1	地上	-	0.370	1.000	6	9
グランフロント-2	屋上	9	0.380	1.040	7	10
グランフロント-3	屋上	9	0.310	1.110	5	12
グランフロント-4	屋上	9	0.240	1.250	4	14
グランフロント-5	屋上	9	0.220	1.270	3	15
グランフロント-6	地上	-	0.240	1.220	4	13
新大阪プライムタワー	地上	-	2.500	1.080	15	11
OAP-1	地上	-	0.090	0.120	1	6
OAP-2	地上	-	0.110	0.070	2	1
大阪高等裁判所	地上	-	0.470	0.180	8	7
新ダイビル	地上	-	0.970	0.090	14	3
フェスティバルタワー	屋上	12	0.730	0.080	12	2
ダイビル本館-1	屋上	2	0.750	0.080	13	2
ダイビル本館-2	地上	-	0.720	0.110	11	5
ほたるまち-1	地上	2	0.570	0.100	10	4
ほたるまち-2	地上	2	0.530	0.120	9	6
土佐堀ダイビル	地上	-	0.380	0.100	7	4
田島大阪ビル	地上	-	0.110	0.430	2	8

3-5-2. 鳥類調査

鳥類調査の結果、4目13科16種902羽の鳥類が確認された（表3-3、表3-4）。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スズメで557羽と半分以上を占め、続いてヒヨドリが145羽、メジロが52羽であった。また、個体数が最も多かった調査地点はOAP-2の188羽で、次いでOAP-1の97羽、ほたるまち-2の79羽であった。種数が最も多かった調査地点はOAP-1および2とともに9種類、次いで大阪高等裁判所、新ダイビルとともに8種類であった。一方、個体数が最も少なかった調査地点はフェスティバルタワーの11羽で、次いでグランフロント-1の12羽、ダイビル本館-2の15羽であった。種数が最も少なかった調査地点はほたるまち-1（1種類）、次いでグランフロント2および3（ともに2種類）であった。

加えて、本調査で確認された鳥類種名と、「屋上緑地」と「地上緑地」それぞれでの出現状況および出現地点数を集計した（表2-5）。確認された鳥類は、「屋上緑地」で10種、「地上緑地」で16種であった。「屋上緑地」のみで確認された種はなく、「地上緑地」のみで確認された種は、シジュウカラ、イソヒヨドリ、カワラヒワ、キジバト、ユリカモメ、アオバトの計6種類であった。

表 3-3 各調査地点の鳥類出現状況

	年間	
	個体数	種数
グランフロント-1	12	3
グランフロント-2	65	2
グランフロント-3	17	2
グランフロント-4	22	3
グランフロント-5	34	4
グランフロント-6	62	6
新大阪プライムタワー	20	3
O A P-1	97	9
O A P-2	188	9
大阪高等裁判所	50	8
新ダイビル	68	8
フェスティバルタワー	11	4
ダイビル本館-1	74	7
ダイビル本館-2	15	4
ほたるまち-1	33	1
ほたるまち-2	79	5
土佐堀ダイビル	34	3
田島大阪ビル	21	3

表 3-4 鳥類種ごとの出現状況

種名	出現数	割合	出現状況		出現地点数
			屋上緑地	地上緑地	
スズメ	577	63.969	12	○	18
ヒヨドリ	145	16.075	12	○	12
メジロ	52	5.765	12	○	7
ハシブトガラス	37	4.102	2	○	7
ハシボソガラス	22	2.439	2	○	6
ユリカモメ	14	1.552	-	○	1
セグロセキレイ	13	1.441	9	○	7
ウグイス	10	1.111	12	○	3
ハクセキレイ	7	0.776	9	○	5
ジョウビタキ	7	0.776	2	○	2
エナガ	5	0.554	-	○	3
シジュウカラ	4	0.443	-	○	3
キジバト	3	0.333	2	○	2
イソヒヨドリ	3	0.333	-	○	3
カワラヒワ	2	0.222	-	○	2
アオバト	1	0.111	-	○	1
合計	902	100	-	-	-

また、繁殖期・越冬期それぞれの鳥類出現状況を表 3-5、表 3-6 に示した。

繁殖期について、スズメは 18 地点すべてで確認された。また、ヒヨドリも 10 地点と半分以上の地点で確認された。一方、セグロセキレイはグランフロント-5 のみ、イソヒヨドリ、カワラヒワはグランフロント-6 のみ、キジバトは大阪高等裁判所のみで出現を確認した。全体としては、突出して出現種数の多い地点はなく、出現総種数も 11 種と少なかった。

越冬期について、出現地点数が最も多いスズメ、ヒヨドリはどちらも 14 地点で確認された。また、グランフロント-1 および新大阪プライムタワーではどちらも確認されなかった。一方、シジュウカラは大阪高等裁判所のみ、カワラヒワ、アオバトは OAP-1 のみ、ユリカモメは OAP-2 のみで出現を確認した。全体としては、繁殖期より出現数が多くなっていた。また、基本的に繁殖期で比較的多くの種数が確認された地点が、越冬期においても出現種数が多い傾向にあった。

また、繁殖期と越冬期でのちがいをみると、個体数・種数ともに越冬期の方が多く確認された。繁殖期のみで出現した種はおらず、アオバト、ユリカモメ、ウグイス、エナガ、メジロ、ジョウビタキの 6 種類が、越冬期のみで確認された。

表 3-5 各調査地点の鳥類出現有無（繁殖期）

地点	グランフロント						新大阪 プラザタワー		OAP		大阪高等 裁判所	新 ダイビル	フェスタイ バルタワー	ダイビル本館		ほたるまち		土佐堀 ダイビル	田島大阪 ビル
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2				1	2	1	2		
キジバト	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ハシボソガラス	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	
ハシブトガラス	○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	
シジュウカラ	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	
ヒヨドリ	-	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	
イソヒヨドリ	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
スズメ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ハクセキレイ	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
セグロセキレイ	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
カワラヒワ	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

表 3-6 各調査地点の鳥類出現有無（越冬期）

地点	グランフロント						新大阪 プラザタワー		OAP		大阪高等 裁判所	新 ダイビル	フェスタイ バルタワー	ダイビル本館		ほたるまち		土佐堀 ダイビル	田島大阪 ビル
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2				1	2	1	2		
キジバト	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ハシボソガラス	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	
ハシブトガラス	○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	
シジュウカラ	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	
ヒヨドリ	-	○	-	○	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	
イソヒヨドリ	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
スズメ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ハクセキレイ	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
セグロセキレイ	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
カワラヒワ	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

3-6. 分析結果

3-6-1. 多様度指数

表 3-7 に各調査地点の H' 、 D 、の結果を示した。

繁殖期をみると、 H' が最も高かったのは、大阪高等裁判所の 0.48 で、次いでグランフロント-6 の 0.47、OAP-2 の 0.33 であった。 D が最も高かったのは、同じく大阪高等裁判所の 0.60 で、次いでグランフロント-6 の 0.54、OAP-2 の 0.38 であった。また、 H' が最も低かったのは、グランフロント-3、フェスティバルタワー、ダイビル本館-2、ほたるまち-1、田島大阪ビルのそれぞれ 0.00 で、次いでグランフロント-2 の 0.09、ダイビル本館-1 の 0.11 であった。 D が最も低かったのは、同じくグランフロント-3、フェスティバルタワー、ダイビル本館-2、ほたるまち-1、田島大阪ビルのそれぞれ 0.00 で、次いでダイビル本館-1 の 0.09、グランフロント-2 の 0.10 であった。

また、越冬期をみると H' が最も高かったのは、OAP-1 の 0.67 で、次いで新ダイビルの 0.66、OAP-2 の 0.65 であった。 D が最も高かったのは、新ダイビルの 0.71 で、次いで田島大阪ビル、OAP2 のともに 0.69、OAP-1 の 0.67 であった。また、 H' が最も低かったのは、ほたるまち-1 の 0.00 で、次いで土佐堀ダイビルの 0.08、グランフロント 3 の 0.22 であった。 D が最も低かったのはほたるまち-1 の 0.00 で、次いで土佐堀ダイビルの 0.08、グランフロント-3 の 0.32 であった。

表 3-7 各調査地点の多様度指数

	繁殖期		越冬期		年間	
	H'	D	H'	D	H'	D
グランフロント-1	0.22	0.32	0.30	0.50	0.36	0.49
グランフロント-2	0.09	0.10	0.30	0.49	0.13	0.17
グランフロント-3	0.00	0.00	0.22	0.32	0.24	0.36
グランフロント-4	0.28	0.44	0.35	0.45	0.37	0.54
グランフロント-5	0.30	0.35	0.46	0.64	0.36	0.43
グランフロント-6	0.47	0.54	0.36	0.53	0.55	0.68
新大阪プライムタワー	0.27	0.43	0.24	0.38	0.37	0.54
OAP-1	0.20	0.23	0.67	0.67	0.51	0.50
OAP-2	0.33	0.38	0.65	0.69	0.59	0.60
大阪高等裁判所	0.48	0.60	0.54	0.58	0.64	0.71
新ダイビル	0.11	0.10	0.66	0.71	0.45	0.46
フェスティバルタワー	0.00	0.00	0.47	0.58	0.45	0.55
ダイビル本館-1	0.10	0.09	0.58	0.66	0.40	0.39
ダイビル本館-2	0.00	0.00	0.42	0.57	0.49	0.62
ほたるまち-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ほたるまち-2	0.14	0.14	0.43	0.52	0.37	0.42
土佐堀ダイビル	0.14	0.18	0.08	0.08	0.30	0.43
田島大阪ビル	0.00	0.00	0.55	0.69	0.30	0.33

全体をみると、 H' が最も高かったのは、大阪高等裁判所の 0.643 で、次いで OAP-2 の 0.59、グランフロント-6 の 0.55 であった。 D が最も高かったのは、同じく大阪高等裁判所の 0.71 で、次いでグランフロント-6 の 0.68、ダイビル本館-2 の 0.62 であった。また、 H' が最も低かったのは、ほたるまち-1 の 0.00 で、次いでグランフロント-2 の 0.13、グランフロント-3 の 0.24 であった。 D が最も低かったのはほたるまち-1 の 0.000 で、次いでグランフロント-2 の 0.168、田島大阪ビルの 0.331 であった。

3-6-2. 相関分析

多様度指数と環境特性との相関を、繁殖期・越冬期・全体のそれぞれについて表 3-8, 表 3-9, 表 3-10 に示した。

繁殖期 (表 4-1) では、環境特性との間に有意な相関はみられなかった。

越冬期 (表 4-2) では、低木面積と H' が $r=0.734$ (1% 有意), D が $r=0.581$ (5% 有意) で、緑被合計と H' が $r=0.620$ (1% 有意), D が $r=0.494$ (5% 有意) と、正の相関がみられた。また、緑被以外の面積であるその他の面積と H' が $r=-0.595$ (1% 有意), D が $r=-0.482$ (5% 有意) と、負の相関がみられた。

全体 (表 4-3) では、低木面積と H' が $r=0.595$ (1% 有意) で、正の相関がみられた。

表 3-8 多様度指数と内部環境の間の相関係数 (繁殖期)

	階数	高木	中木	低木	草本	緑被合計	その他	緑地	河川
H'	-0.233	0.036	-0.159	0.157	0.145	0.098	-0.196	-0.044	0.327
D	-0.196	-0.029	-0.212	0.029	0.100	-0.010	-0.094	0.049	0.399

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

表 3-9 多様度指数と内部環境の間の相関係数 (越冬期)

	階数	高木	中木	低木	草本	緑被合計	その他	緑地	河川
H'	-0.188	0.335	0.357	0.734**	0.274	0.620**	-0.595**	-0.157	-0.368
D	-0.107	0.161	0.337	0.581*	0.305	0.494*	-0.482*	-0.117	-0.16

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

表 3-10 多様度指数と内部環境の間の相関係数 (全体)

	階数	高木	中木	低木	草本	緑被合計	その他	緑地	河川
H'	-0.295	0.247	0.177	0.595**	0.139	0.435	-0.457	-0.037	-0.210
D	-0.189	0.089	0.099	0.340	0.076	0.225	-0.250	0.070	0.018

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

繁殖期・越冬期それぞれについて、相関係数が有意であったものをまとめ、次頁以降に示した。

3-6-2-1. 繁殖期

繁殖期の相関係数が有意であった結果を表 3-11 に示した。

相関係数が 5%以上の水準で有意な組み合わせについて、相関係数を r とすると、 $0.7 \leq r$ となる強い正の相関をもつ組み合わせは、大きいものから順に、スズメの個体数と個体数合計の 0.979、鳥類種数と H' の 0.822、 D の 0.710、であった。 $r \leq -0.7$ となる強い負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、個体数合計とその他の面積の -0.764、スズメの個体数とその他の面積の -0.734 となった。

また、 $0.4 \leq r \leq 0.7$ となる中程度の正の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、シジュウカラと緑被合計の 0.694、ヒヨドリと H' の 0.687 の、ヒヨドリと D の 0.680、であった。 $-0.7 \leq r \leq -0.4$ となる中程度の負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、ハシボソガラスとその他の面積の -0.691、シジュウカラとその他の面積の -0.532、鳥類種数とその他の面積の -0.520、であった。

なお、表 3-12 において、強い相関をもつ組み合わせには濃い網掛を、中程度の相関をもつ組み合わせには薄い網掛をかけた。

表 3-11 相関係数（繁殖期）

	スズメ	ヒヨドリ	シジュウカラ	イソヒヨドリ	カラヒワ	ハシボソガラス	キジバト	ハシボソガラス	ハクセキレイ	個体数合計	鳥類種数
個体数合計	0.979**	0.213	0.550*	-0.109	-0.109	0.535*	-0.002	0.646**	-0.042	1.000	0.548*
鳥類種数	0.418	0.543*	0.470*	0.408	0.408	0.487*	0.408	0.418	0.470*	0.548*	1.000
階数	-0.086	0.256	-0.237	-0.162	-0.162	-0.367	-0.162	-0.184	0.134	-0.12	-0.309
H'	0.058	0.687**	0.107	0.478*	0.478*	0.504*	0.484*	0.218	0.495*	0.233	0.822**
D	-0.038	0.680**	0.044	0.398	0.398	0.502*	0.479*	0.159	0.409	0.139	0.710**
高木	0.468*	-0.053	0.510*	-0.08	-0.08	0.155	-0.073	0.179	-0.174	0.438	0.349
中木	0.153	-0.052	0.620**	0.087	0.087	-0.236	-0.144	-0.061	0.008	0.101	0.184
低木	0.538*	-0.02	0.452	0.017	0.017	0.342	0.041	0.477*	-0.013	0.558*	0.565*
草本	0.598**	0.203	0.419	0.131	0.131	0.309	-0.247	0.653**	0.032	0.629**	0.266
緑被合計	0.675**	0.037	0.694**	0.044	0.044	0.267	-0.141	0.504*	-0.063	0.671**	0.516*
その他	-0.734**	-0.049	-0.532*	-0.029	-0.029	-0.481*	0.115	-0.691**	0.056	-0.764**	-0.520*
緑地距離 (km)	-0.186	-0.331	0.002	-0.135	-0.135	0.125	-0.03	-0.169	-0.204	-0.195	-0.158
河川距離 (km)	-0.188	0.383	-0.315	0.337	0.337	-0.19	-0.167	-0.271	0.510*	-0.159	-0.012

* : 5%有意, ** : 1%有意

3-6-2-2. 越冬期

越冬期の有意であった結果を表 3-12 に示した。

相関係数が 5%以上の水準で有意な組み合わせについて、相関係数を r とすると、 $0.7 \leq r$ となる強い正の相関をもつ組み合わせは、大きいものから順に、 H' と D の 0.949、スズメの個体数と個体数合計の 0.907、鳥類種数と低木面積の 0.829 であった。 $r \leq -0.7$ となる強い負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、個体数合計とその他の面積の -0.769、鳥類種数とその他の面積の 0.716、スズメの個体数とその他の面積の -0.712 であった。

また、 $0.4 \leq r \leq 0.7$ となる中程度の正の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、ウグイスの個体数と個体数合計の 0.698、エナガの個体数と緑被合計の 0.696、スズメの個体数と低木面積の 0.693 であった。 $-0.7 \leq r \leq -0.4$ となる中程度の負の相関をもつ組み合わせは大きいものから順に、ジョウビタキの個体数とその他の面積の -0.677、ハシボソガラスの個体数とその他の面積の -0.615、ユリカモメの個体数とその他の面積の -0.603 であった。

なお、表 4-5 において、強い相関をもつ組み合わせには濃い網掛を、中程度の相関をもつ組み合わせには薄い網掛をかけた。

表 3-12 相関係数（越冬期）

	スズメ	ヒヨドリ	イソヒヨドリ	カララヒワ	キジバト	エナガ	ハシボソガラス	ユリカモメ	ジョウビタキ	ウグイス	アオバト	個体数合計	鳥類種数	H'
個体数合計	0.907**	0.679**	-0.076	0.227	0.204	0.483*	0.822**	0.811**	0.815**	0.698**	0.227	1.000	0.668	0.486
鳥類種数	0.615**	0.405	0.161	0.528*	0.542*	0.747**	0.568*	0.424	0.463	0.279	0.528*	0.668**	1.000	0.867
H'	0.600**	0.350	0.229	0.34	0.363	0.565*	0.497*	0.411	0.439	0.443	0.34	0.658**	0.867	1.000
D	-0.082	-0.503*	0.138	0.067	0.142	0.138	0.06	0.004	0.029	-0.207	0.067	-0.197	0.689	0.949**
階数	-0.272	-0.415	-0.237	-0.162	-0.19	-0.286	-0.25	-0.162	-0.181	-0.098	-0.162	-0.389	-0.291	-0.188
高木	0.278	0.486*	0.398	0.373	0.470*	0.716**	0.233	0.114	0.167	-0.067	0.373	0.382	0.560*	0.335
中木	0.011	0.047	0.678**	-0.103	-0.104	0.544*	0.062	-0.052	-0.059	-0.077	-0.103	0.046	0.288	0.357
低木	0.693**	0.419	0.165	0.337	0.567*	0.542*	0.435	0.375	0.459	0.511*	0.337	0.720**	0.829**	0.734**
草本	0.441	0.245	-0.153	-0.039	0.061	0.154	0.550*	0.633**	0.652**	0.300	-0.039	0.494*	0.258	0.274
緑被合計	0.566*	0.474*	0.325	0.251	0.421	0.696**	0.498*	0.431	0.492*	0.277	0.251	0.648**	0.729**	0.620**
その他	-0.712**	-0.473*	0	-0.277	-0.492*	-0.497*	-0.615**	-0.603**	-0.677**	-0.461	-0.277	-0.769**	-0.716**	-0.595**
緑地距離 (km)	-0.207	-0.294	0.205	-0.205	-0.08	-0.074	-0.102	-0.195	-0.175	-0.113	-0.205	-0.264	-0.173	-0.157
河川距離 (km)	-0.507*	-0.293	-0.299	-0.196	-0.3	-0.364	-0.283	-0.222	-0.263	-0.338	-0.196	-0.43	-0.520*	-0.368

* : 5% 有意, ** : 1% 有意

3-6-3. 重回帰分析

重回帰分析について、目的変数を相関分析の結果（表 3-13、表 3-14）より決定した。繁殖期は「スズメ」、「ヒヨドリ」、「シジュウカラ」、「イソヒヨドリ」、「カワラヒワ」、「ハシブトガラス」、「キジバト」、「ハシボソガラス」、「ハクセキレイ」、「個体数合計」、「鳥類種数」、「 H' 」の 12 変数を、越冬期は「スズメ」、「ヒヨドリ」、「イソヒヨドリ」、「カワラヒワ」、「キジバト」、「エナガ」、「ハシボソガラス」、「ユリカモメ」、「ジョウビタキ」、「ウグイス」、「個体数合計」、「鳥類種数」、「 H' 」の 13 変数を目的変数とした。

なお、説明変数は前述のとおり「階数」、「高木面積」、「中木面積」、「低木面積」、「草本類面積」、「緑被合計」、「その他の面積」、「緑地までの距離」、「河川までの距離」の 9 変数とした。

以下、結果では説明変数が 5%水準以上で有意かつ回帰式の P 値が 0.05 以下であり、さらに VIF が 10 以下となるもののみを掲載した。なお、自由度調整済み R^2 は掲載したモデルに関して概ね良好な数値を示していた。

3-6-3-1. 繁殖期

繁殖期の重回帰分析の結果を表 3-13 に示した。

標準偏回帰係数に注目すると、正の影響に関して、ハクセキレイに対して低木が 0.982 と高い値を示していた。以下値の高い順に、ハクセキレイに対して河川までの距離が 0.897、鳥類種数に対して低木が 0.875、 H' に対して河川までの距離が 0.848 であった。また、負の影響に関しては、鳥類個体数に対してその他の面積が -0.764 と高い値を示していた。以下高い順に、スズメに対してそ

表 3-13 重回帰分析結果（繁殖期）

目的変数	説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p 値	R^2	AIC	回帰式の p 値
スズメ	その他	-0.031	-0.734	**	0.510	89.917	0.001
ハシブトガラス	その他	-0.004	-0.556	*	0.348	32.469	0.029
ハクセキレイ	低木	0.001	0.982	*	0.361	-45.237	0.026
	河川 m ²	0.566	0.897	**			
個体数	その他	-0.037	-0.764	**	0.557	92.713	0.000
種数	低木	0.005	0.875	**	0.512	4.209	0.004
	河川 m ²	1.908	0.668	*			
H'	低木	0.000	0.554	*	0.353	-71.203	0.028
	河川 m ²	0.259	0.848	**			

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

の他の面積が-0.734, ハシブトガラスに対してその他の面積が-0.556であった。負の影響に関しては, 有意であったものは以上の3つの関係のみであった。

鳥類種ごとの標準偏回帰係数に注目すると, スズメに対してその他の面積が-0.734と負の値を示した。同じく, ハシブトガラスに対してもその他の面積が-0.556と負の値を示した。また, ハクセキレイに対して低木面積が0.982, 河川までの距離が0.897と正の値を示した。

なおAICを基準としたとき, 最もあてはまりの良いモデルは鳥類種数を目的変数としたモデルである。

3-6-3-2. 越冬期

越冬期の重回帰分析の結果を表3-14に示した。

標準偏回帰係数に注目すると, 正の影響に関して, ジョウビタキに対して草本が0.842と強い影響を与えていることがわかる。以下, 鳥類種数に対して低木面積が0.829, ユリカモメに対して草本が0.811, ウグイスに対して低木面積が0.796であった。また, 負の影響に関しては, スズメに対してその他の面積が-0.903と強い影響を与えていた。以下, 鳥類個体数に対してその他の面積が-0.892, ハシボソガラスに対してその他の面積が-0.615であった。

鳥類種ごとの標準偏回帰係数に注目すると, スズメに対して階数が-0.397, そ

表 3-14 重回帰分析結果 (越冬期)

目的変数	説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	p 値	R ²	AIC	回帰式の p 値
スズメ	階数	-1.616	-0.397	*	0.565	88.280	0.002
	その他	-0.037	-0.903	**			
ヒヨドリ	高木	0.015	0.500	*	0.247	70.218	0.046
イソヒヨドリ	中木	0.002	0.705	**	0.490	-50.026	0.003
エナガ	高木	0.002	0.591	**	0.508	-24.519	0.002
ハシボソガラス	その他	-0.004	-0.615	**	0.339	28.825	0.007
ユリカモメ	階数	-0.395	-0.470	*	0.535	31.916	0.001
	草本	0.011	0.811	**			
ジョウビタキ	階数	-0.151	-0.500	**	0.591	-7.174	0.000
	草本	0.004	0.842	**			
ウグイス	高木	-0.003	-0.511	*	0.366	8.233	0.013
	低木	0.005	0.796	**			
個体数	階数	-3.797	-0.521	**	0.770	98.438	0.000
	その他	-0.066	-0.892	**			
種数	低木	0.008	0.829	**	0.668	13.371	0.000
H'	低木	0.001	0.734	**	0.509	-70.140	0.001

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

の他の面積が-0.903 と負の値を示した。ヒヨドリに対しては高木面積が 0.500 と正の値を示した。イソヒヨドリに対して高木面積が 0.705 と正の値を示した。エナガに対しては高木面積が 0.591 と正の値を示した。ハシボソガラスに対してその他の面積が-0.615 と負の値を示した。ユリカモメに対しては、階数が-0.395 と負の値を，草本類面積が 0.842 と正の値を，それぞれ示した。ジョウビタキに対しては，階数が-0.500 と負の値を，草本類面積が 0.842 と正の値を，それぞれ示した。また，ウグイスに対しては，高木面積が-0.511 と負の値を，低木面積が 0.796 と正の値を，それぞれ示した。

また，AIC を基準としたとき，最もあてはまりの良いモデルはジョウビタキを目的変数としたモデルである。

3-7. 考察

3-7-1. 都市小規模緑地における環境特性と鳥類出現の関係

環境調査の結果（表 3-1, 表 3-2）から、高木・中木・低木・草本類のそれぞれの被覆面積合計は概ね緑被割合に対して大きく、都市の小規模な緑地においてもある程度の階層構造があることがわかった。これは、鳥類多様性向上において必要な項目といえる。加えて、また、相関係数（表 3-11, 表 3-12）と重回帰分析の結果（表 3-13, 表 3-14）の両方から低木・草本類が種々の要素に対して影響があることが把握された。これは都市緑地を対象とした既往研究³²⁾と同様の結果であり、都市の建築に付随した小規模緑地についても低木層・草本類が重要であることが示せた。この緑の階層構造は、鳥類多様性向上において必要な項目である^{32,75)}。ただし、基本的には緑被を行える面積が広い地点ほど、それぞれの植栽要素も多く豊かな空間となる傾向があり、植栽を行える面積が小さい場合は階層構造をもつような空間づくりが難しいという現状も見られた。

また、一般には周辺に緑地、特に大規模緑地が存在することによって鳥類多様性が向上する^{71,75)}といわれているが、周辺環境からの影響について明確に示すことはできなかった。繁殖期より多くの鳥類が出現している越冬期においても、外部環境と鳥類出現の間の相関は僅かで、内部環境との相関の方が多くの組み合わせで確認された。このことから、外部環境以上に内部環境の影響が重要であることが示唆された。

鳥類種ごとの出現と環境特性の関係に注目すると、エナガは高木・中木・低木の樹木すべてと正の相関があり、都市の小規模緑地においてエナガを誘導する場合樹木の植栽が必須であると考えられる。加えて、越冬期の重回帰分析の結果（表 3-14）によると、エナガに対して高木が正の影響を与えており、ウグイスには高木が負の影響を与えている。これらは樹木のある場所を好むエナガと藪や茂みを好むウグイスの生態⁷⁶⁾にも一致していた。また、ハシブトガラスに対して緑地距離が正の影響を与えていたが、これはより人的影響の強い場所への進出であると考えられ、舗装率の高い場所への進出や生ごみの利用といった生態⁷⁷⁾との関連が推察される。加えて、繁殖期のみハクセキレイ・鳥類種数に対して河川距離が正の影響を与えたことについては、また、営巣や採餌の関係で都市へ進出した可能性も検討の余地があるが、繁殖期においては営巣など

のため一般に鳥類の行動範囲行動圏が狭くなるともいわれる⁷⁸⁾。本研究の結果からは原因が明らかにできなかった。ユリカモメに関しては、その生態⁷⁶⁾を踏まえると、確認された調査地点（OAP-2）が川幅の広い川辺に存在していること、またこの川辺が親水空間として多くの人に利用され、その利用者による餌付け行為も関係していると考えられる^{67,68)}。これは、OAP-2で確認されたスズメの一部についても同様の傾向が推察される。

本研究の対象地は、半径 2,500m 圏内にすべてが存在し、今回確認された鳥類の活動域を考えると、都市において非常に広い圏域を行動範囲とするシジュウカラ⁶⁶⁾などはより多くの地点で確認される可能性もあった。しかし、そういった結果を示さなかったのは、鳥類の活動域によるものではなく、個々の調査地点をとりまく環境によるものと考えられた。

3-7-2. 緑地形態の違い

対象地ごとに、緑地の存在する階層によって鳥類種数・種多様性において際が認められた。単純に階層が低く鳥類が飛来しやすい位置であることによる影響ももちろんであるが、植栽に注目すると、「地上緑地」のほうが「屋上緑地」より高木面積が大きい傾向にあり、「地上緑地」のみで出現した鳥類種の生態を踏まえると極端な差ではないものの高木の影響が推察された。この傾向の違いは、「屋上緑地」においては重量の制限をはじめとした制約が多く、高木が少なくなるためと考えられる。ただし、「地上緑地」では比較的、鳥類個体数・種数について高い結果が得られたものの、それらが極端に低い地点や、植生が貧弱な地点も含まれており、「地上緑地」と「屋上緑地」についての差異は今後とも検討の余地があるといえる。加えて、重回帰分析の結果より、鳥類出現への影響が示唆された低木・草本類の面積は、「地上緑地」と「屋上緑地」の間で大きな差はなく、「屋上緑地」もその他の条件によるが、更なるポテンシャルを秘めている可能性がある。

また、本研究においては、12階という高さにおいても緑地を利活用する鳥類の存在が確認された。その緑地のみで活動しているわけではないと考えられるが、高層の緑地でも鳥類の利活用が確認できたことは重要であろう。ただし、本研究においては、イソヒヨドリなどの屋上緑地でよく確認されている⁶⁴⁾種の

確認が少ないなど，本研究結果が都市建築に付随する緑化空間の現状をすべて反映しているわけではない点には留意する必要がある。

第4章 総合考察

本章では、第2章と第3章で得られた結果および知見を整理するとともに、それらに基づいて都市部における緑化空間と出現鳥類の関係について今後の課題や展望を示し、本論文のまとめとした。

4-1. 都市部における緑化空間の環境特性と出現鳥種の関係

鳥類出現による類別の後に環境要素の傾向をみることで、同じ対象地内の調査地点は基本的に似通った鳥類が利用する傾向を確認できた。一方で、同じ対象地内の（近しい）調査地点同士であっても、出現傾向が必ずしも同じではない例も確認できた。

緑化空間の環境を詳細にみていく場合、内部環境と外部環境両方の視点があるが、本研究では、都市域の建築物に付随する非常に小規模な緑化空間においても、中木・低木といった植栽面積が鳥類出現に影響することが示唆された。これは都市部の小規模緑地を対象とした既往研究^{13,79)}や、大規模な都市緑地における既往研究⁷⁰⁾とも同様の結果である。

加えて、本章では平均値の比較にとどまり、鳥類出現との間に明らかな関係性を見出すことはできなかったが、「構造」と「構造スコア」の傾向に違いがあったことから、植栽可能面積が狭い中でも階層構造を確保している緑化空間の評価指標として「構造スコア」を設定したことは、緑化空間の現状把握に一定の効果があると考えられる。階層構造に関わる指標を算出し、単純に立体構造を見る場合と物に付随する緑化空間の現状を簡易的に把握する指標の利用可能性を検討していく意義はあると考えられる。

4-2. 都市部の緑化空間の環境特性と出現する鳥種毎への影響

鳥類種毎に緑化空間の環境特性の影響を検証したところ、内部環境については低木・草本類が鳥類種毎の出現に影響があることが把握された。これは都市緑地を対象とした既往研究³²⁾と同様の結果であり、都市の建築に付随した小規模緑地についても低木層・草本類が重要であることが示せた。加えて、各鳥類種の生態に対応した結果を得ることができたが、これは比較的樹高の低い植栽

の多い緑地を対象として、内部環境について高木、中木、低木、草本類の区分を設定したことによると推察される。よって、この区分は屋上緑化をはじめとした都市の小規模な緑地の研究において一定の効果があるといえよう。

一方で外部環境については、一般には周辺に大規模緑地が存在することによって鳥類多様性が向上する^{71,75)}といわれているが、周辺環境からの影響について明確に示すことはできなかった。繁殖期より多くの鳥類が出現している越冬期においても、外部環境と鳥類出現の間の相関は僅かで、内部環境との相関の方が多くの組み合わせで確認された。このことから、都市部の緑化空間においてまずは外部環境よりも内部環境の整備が重要であることが示唆された。

本研究の結果から、都市部の緑化空間は植栽の面積や種類の豊富さなどの面で質が高いとは言い難いが、一方で少なからず鳥類をはじめとした生き物が利用する場となっていることも事実であると言える。都市部の緑化空間は外部環境が似通っていることも多く、全体的に種多様性が高いとは言い難い結果であったことを踏まえると、まずは緑地内の環境をより豊かにする必要がある。また、緑地の存在する階層に注目すると、緑化空間の階層によって数は少ないものの14階や16階といった高さにおいても緑地を利用する鳥類の存在が確認できたという事実は重要であろう。基本的には「地上緑地」であり、かつ緑被量の多い地点において、鳥類の個体数・種数ともに多い結果がみられる傾向にあった。一方で、建築物が密集する都市部においては、「地上緑地」の創出が難しく屋上緑化が試みられている現状もある。緑被面積が小さいほど、階層構造が貧弱になる傾向⁵⁾とあわせて考えると、今後、限られた面積で効率よく植栽を整備するための計画法が求められる。

外部環境に注目すると、河川との距離が非常に近く、鳥類も多く出現している地点も複数あることから、鳥類出現と河川までの距離との関係のみを考察するのではなく、たとえば河川までの距離が遠いほど開けた場所が少なく屋上緑地が増える、などといった河川までの距離と緑地形態との間に関係がある可能性も考慮すべきである。また、Clergeauら⁸⁰⁾によると、欧米の都市緑地において緑地内の鳥類の種数は隣接する景観の影響を受けることは少ないと結論しており、また、1ha未満の小規模な緑地も含めた橋本ら⁸¹⁾の研究によると、緑地周囲の道路用地率と商業地率が樹林性鳥類の種数に影響を与えていると結論し

ている。よって、周辺環境との関連は今後とも検討の余地がある。加えて、緑被可能面積が限られる都市部においては、内部環境の豊かな緑地が独立して存在するよりも、点在することによるネットワークの形成が重要である。よって、内部環境の充実を図るとともに、外部環境、特に外部の緑地との関係性について今後言及していく必要があるだろう。

また、かつては都市性に分類されていなかった鳥類^{66,82)}も確認されており、大阪の都市域における鳥類相が時間をかけて変化していることがわかったことから、新しい都市性鳥類について考えていくことも重要である。

本研究の目的は、より質の高い緑化空間整備を行うにあたっての知見を得ることであるため、今後はたとえば、植栽を常緑樹、落葉樹という区分や、最終的には植物種まで詳細に確認して、影響する要素を検討することが課題となるだろう。また、本研究で扱ったような対象地については空間相関や場所差を加味した分析手法も比較検討の余地がある。これらを基礎とすることで、建築物に付随する緑化空間を生物生息地として整備する際の指標となる可能性があり、有用な結果を指し示すことも可能になるといえる。

なお、本研究では調査範囲を調査地点から一律半径 25m として分析を行ったが、25m, 50m などとあてはまりが良い範囲を検証可能な形でデータを収集し、実際に検証していくことも今後の課題と言える。

引用参考文献

- 1) 坂下遥・福井亘 (2014): 高槻市における都市内農地およびその周辺の環境条件と鳥類生息との関係 : 緑化工学会誌 40(1), 227-230
- 2) 国土交通省公園とみどりホームページ : <<http://www.mlit.go.jp/toshi/park/>>, 2019.12.03.確認
- 3) 国土交通省 (2004): 都市における緑地の保全, 創出ー都市緑地保全法等による施策展開の検証ー : 国土交通省, 47pp
- 4) 国土交通省都市地域整備局 (2009): 国土交通省屋上庭園ー屋上緑化とその効果ー : 国土交通省, 10pp
- 5) Matsumoto A., Fukui W. (2015): The relationship between green space with the urban architecture and birds habitat : WGIN Congress Nagoya, 43
- 6) 環境省 (2012): 生物多様性国家戦略 2012-2020～豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ～ : 環境省, 63-64
- 7) 内閣府大臣官房政府広報室 (2006): 「自然の保護と利用に関する世論調査」の要旨: 内閣府大臣官房政府広報室, 1-20
- 8) 生物多様性国家戦略関係省庁連絡会議 (2016): 生物多様性国家戦略 2012-2020 達成に向けて加速する施策 : 環境省, 10pp
- 9) 環境省自然環境局生物多様性センター (2010): 日本の生物多様性 : 平凡社, 58-67
- 10) 国土交通省社会資本整備審議会資料ホームページ : <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_shakai01.html>, 2019.12.18 確認
- 11) 国土交通省 (2019): 平成 30 年全国屋上・壁面緑化施工実績調査の結果 : 国土交通省令和元年 11 月 27 日報道発表資料
- 12) 大阪府土木局 (2009): みどりの大阪推進計画 : 大阪府, 32pp
- 13) 茂木哲一・柳井重人 (2005): 東京都区部の屋上緑化地における鳥類分布の特性に関する研究 : ランドスケープ研究 68(5), 597-600
- 14) 都市緑地法 (昭和 48 年 9 月 1 日法律第 72 号), 第 4 条
- 15) 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

- 16) 都市緑地法 (昭和 48 年 9 月 1 日法律第 72 号), 第 60-67 条
- 17) 都市緑地法 (昭和 48 年 9 月 1 日法律第 72 号), 第 34 条
- 18) 都市緑地法 (昭和 48 年 9 月 1 日法律第 72 号), 第 55 条
- 19) 都市緑地法 (昭和 48 年 9 月 1 日法律第 72 号), 第 60 条
- 20) 一般社団法人いきもの共生事業推進協議会：ABINC 認証サイト：ABINC, 2pp
- 21) 東京都環境局自然環境部計画課 (2017)：「江戸のみどり登録緑地」のご案内：東京都, 2pp
- 22) 頭山昌郁・中越信和 (1994)：都市緑地の構造とアリ類の棲息：日本緑化工学会誌 20(1), 13-20
- 23) 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
- 24) 養父志乃夫・山田宏之・中島敦司・中尾史郎・松本勝正 (2001)：大規模市街地内から郊外地にかけてのバッタ類生息密度の変化について：ランドスケープ研究 64(5), 595-600
- 25) 宮本脩詩, 福井亘 (2014)：琵琶湖疎水およびその周辺環境条件と鳥類群集との関係：緑化工学会誌 40(1), 108-113
- 26) 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
- 27) 中林晴香・大平和弘・浦出俊和・上甫木昭春 (2013)：なんばパークスにおけるチョウの行動特性から捉えた屋上緑化空間のあり方に関する研究：ランドスケープ研究 76(5), 511-516
- 28) 一ノ瀬友博 (2006)：大阪市中心部の街路樹と越冬期の鳥類の出現状況の関係：ランドスケープ研究 69(5), 537-540
- 29) 福井亘・西野冨 (2014)：京都市中心部の街路樹と鳥類出現との関係について：日本緑化工学会誌 40(1), 223-226
- 30) 島田正文・中村忠昌・柳井重人・丸田頼一 (1995)：建築物の緑化と昆虫類の生息に関する基礎的研究：環境情報科学論文 9, 35-40
- 31) 前田琢 (1993)：鳥類保護と都市環境－鳥のすめる街づくりへのアプローチ

- チー : 山階鳥類研究所研究報告 25, 105-136
- 32) 加藤和弘 (1996) : 都市緑地内の樹林地における越冬期の鳥類と植生の構造の関係 : ランドスケープ研究 59(5), 77-80
- 33) 平野敏明・石田博之・国友妙子 (1989) : 冬期における森林面積と鳥の種類との関係 : Strix 8, 173-178
- 34) Taylor, K., Marchant, J.H., Morgan, R.A., (1987) : The breeding bird communities of woodlands in a new city : Acta Ecologica 8, 293-299.
- 35) Yu-Chi, C., Lian, P., Yan-Chyuan, S., (2015) : Application of coastal vegetation to green roofs of residential buildings in Taiwan : Artificial Life and Robotics 20, 86-91
- 36) Huijuan, D., Jim, C.Y., (2016) : Spontaneous plant colonization and bird visits of tropical extensive green roof : Urban Ecosystems 20, 337-352
- 37) Washburn, B., Swearingin, R.M., Pullins, C.K., Matther, E.R., (2016) : Composition and diversity of avian communities using a new urban habitat : Green Roofs: Environmental Management 57, 1230-1239
- 38) 大阪府環境農林水産部みどり推進室みどり企画課 (2016) : 建築物の敷地等における緑化を促進する制度 : 大阪府, 30pp
- 39) 大阪府環境農林水産部みどり推進室おおさか優良緑化賞ホームページ : <<http://www.pref.osaka.lg.jp/midori/ryokkaseido/ryokkashou.html>>, 2019.06.14. 最終更新, 2019.12.03.確認
- 40) 公共財団法人都市緑化機構ホームページ : <<https://urbangreen.or.jp/grant/3hyosho/green-afforestation>>, 2019.12.03.確認
- 41) 公共財団法人都市緑化機構緑の都市賞ホームページ : <<https://urbangreen.or.jp/grant/3hyosho/green-afforestation>>, 2019.12.03.確認
- 42) 村井英紀・樋口広芳 (1988) : 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因 : Strix 7, 83-100
- 43) 香川淳 (1987) : 都市近郊造成地の鳥相多様性と公園緑地の関連について : 造園雑誌 50(5), 203-208
- 44) 由井正敏 (1980) : 森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 -2- 天候と記録率 : 山階鳥類研究所研究報告 12, 1-6

- 45) 濱田梓・福井亘 (2013): 京都市における神社林の鳥類分布と環境条件との関係 : 日本緑化工学会誌 39(1), 125-128
- 46) 国土交通省国土地理院:電子国土基本図 (オルソ画像) ホームページ :
<<http://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40001.html>>, 2017.10.13.最終更新,
2019.11.30.確認
- 47) 国土交通省国土地理院:基盤地図情報サイトホームページ :
<<http://www.gsi.go.jp/kiban/>>, 2019.07.18.最終更新, 2019.11.30.確認
- 48) 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
- 49) 国土交通省国土地理院:数値地図 5000 (土地利用) ホームページ :
<<http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/lum-5k.html>>, 2017.01.30.確認
- 50) 大阪市建設局 (2016): 大阪市都市公園一覧表 : 大阪市, 78pp
- 51) Bibby,C.J., Burgess,N.D., Hill,D.A., (2000) : Bird census techniques second edition : Academic Press, 257
- 52) 杉山恵一・近田文弘・清水哲也・池田二三高 (2001): 自然観察の基礎知識 : 信山社サイテック, 55
- 53) 宮下直・野田隆史 (2006): 群集生態学 : 東京大学出版, 73-80
- 54) 新城明久 (1992): 生物統計学入門 - 計算マニュアル - : 朝倉書店, 103-106
- 55) Laurence,G.G., Yarnold,P.R., (2016): 研究論文を読み解くための多変量解析入門 基礎篇 重回帰分析からメタ分析まで : 北大路書房, 356pp
- 56) 長谷川元洋 (2006): 土壌動物群集の研究における座標付け手法の活用 : Edaphologia 80, 35-64
- 57) 自然環境保全のための周辺技術ホームページ :
<<http://d.hatena.ne.jp/tmizu23/20100201/1265019381>>, 2010.12.15.更新,
2019.01.29.参照
- 58) Dufrêne,M., Legendre,P., (1997) : Species assemblages and indicator species:the need for a flexible asymmetrical approach : Ecological Monographs 67 (3), 345-366

- 59) Calinski,T., Harabasz,J., (1974) : A dendrite method for cluster analysis :
Communications in Statistics 3, 1-27
- 60) Borcard,D., Gille,F., Legendre,P., (2018) : Numerical ecology with R: Springer
International Publishing, 435pp
- 61) Legendre,P., Legendre,L. (2012) : Numerical ecology, volume 24 3rd Edition :
Elsevier, 1006pp
- 62) Magurran,A.E., McGill,B.J., (2011) : Biological diversity : Oxford University,
335pp
- 63) 東樹宏和 (2016) : DNA 情報で生態系を読み解く : 共立出版, 114-121
- 64) 鳥居憲親・江崎保男 (2014) : イソヒヨドリのはびタットとその空間構造－
内陸都市への進出－ : 山階鳥類学雑誌 46(1), 15-24
- 65) 金井郁夫 (1964) : ツバメの巣に関する諸調査 : 山階鳥類研究所研究報告
4(1), 31-41
- 66) 和田岳 (1999) : 大阪市内の公園で繁殖する鳥の種数について : 大阪市立
自然史博物館研究報告 53, 57-67
- 67) Andersson,M., Gotmark,F., Wiklund,G.C., (1981) : Food information in the Black-
headed Gull, *Larus ridibundus* : Behavioral Ecology and Sociobiology 9(3), 199-
202.
- 68) 須川恒 (1985) : 京都に住みついたユリカモメ : 動物と自然 15(2), 2-6
- 69) アクロス福岡ステップガーデンホームページ :
<https://www.acros.or.jp/r_facilities/stepgarden.html>, 2019.3.1 参照
- 70) 加藤和宏・吉田亮一郎 (2011) : 都市樹林地における鳥類群集と樹林地周辺
の土地被覆との関係 : ランドスケープ研究 74(5), 507-510
- 71) Natuhara,Y., 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
- 72) 大山ゆりあ・相澤章仁・小林達明 (2012) : 群集の入れ子構造に着目した都
市緑地の鳥類生息環境の分析 : 日本緑化工学会誌 38(1), 97-102
- 73) 豊田秀樹 (2014) : 回帰分析入門 –R で学ぶ最新データ解析– : 東京図書,
264pp

- 74) 石田基広 (2012) : R で学ぶデータ・プログラミング入門 -RStudio を活用する- : 共立出版, 278pp
- 75) 一ノ瀬友博・加藤和弘 (1996) : 埼玉県所沢市の孤立樹林地における鳥類群集の分布に影響を及ぼす諸要因について : ランドスケープ研究 59(5), 73-76
- 76) 真木広造・五百澤日丸・大西敏一 (2014) : 決定版 日本の野鳥 650 : 平凡社, 537, 540
- 77) 黒沢令子 (1994) : 東京における鳥類相と環境要因としての舗装率 : Strix 13, 155-164
- 78) Wiktander,U., Olsson,O., Nilsson,S.G., (2001) : Seasonal variation in home-range size and habitat area requirement of the lesser spotted woodpecker (*Dendrocopos minor*) in southern Sweden : Biological Conservation 100, 387-396
- 79) 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
- 80) Clergeau,P., Jokimäki,J., Savard,J.L., (2001) : Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? : Journal of Applied Ecology 38, 1122-1134
- 81) 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
- 82) 唐沢孝一 (1992) : 全国 41 都市の都市鳥の繁殖状況まとめ : 都市鳥研究会 , 84-97

図表リスト

第 1 章

図 1-1 研究の構成

第 2 章

図 2-1 本章における研究フロー図

図 2-2 調査対象地ならびに調査地点

図 2-3 電子国土地図（オルソ画像）

図 2-4 1/2500 基盤地図情報

図 2-6 植栽図

図 2-7 半径 25m バッファを開いた状態

図 2-8 「構造」の模式図

図 2-9 数値地図 5,000

図 2-10 周辺大規模緑地ポリゴン

図 2-11 周辺河川ポリライン

図 2-12 Calinski-Harabasz の基準

図 2-13 繁殖期の出現種に基づいて nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）

図 2-14 越冬期の出現種に基づいて nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）

図 2-15 nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）と環境要因（繁殖期・植栽要素）

図 2-16 nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）と環境要因（繁殖期・外部要素）

図 2-17 nMDS 平面上に示された調査地点（グループ）と環境要因（越冬期）

表 2-1 調査対象地ごとの施工年，階層，水辺空間の有無

表 2-2 植栽被覆面積

表 2-3 植栽被覆割合

- 表 2-4 各調査地点の外部環境（実測値および順位）
- 表 2-5 鳥類の出現状況（繁殖期）
- 表 2-6 鳥類の出現状況（越冬期）
- 表 2-7 各調査地点の多様度指数
- 表 2-8 多様度指数と環境特性の間の相関係数（繁殖期）
- 表 2-9 多様度指数と環境特性の間の相関係数（越冬期）
- 表 2-10 相関係数（繁殖期）
- 表 2-11 相関係数（越冬期）
- 表 2-12 nMDS 結果（繁殖期）
- 表 2-13 各グループの鳥類出現有無（繁殖期）
- 表 2-14 繁殖期におけるグループごとの鳥類出現状況
- 表 2-15 繁殖期におけるグループごとの環境特性（上段：平均値，下段：SD）
- 表 2-16 nMDS 結果（越冬期）
- 表 2-17 各グループの鳥類出現有無（越冬期）
- 表 2-18 越冬期におけるグループごとの鳥類出現状況
- 表 2-19 越冬機におけるグループごとの環境特性（上段：平均値，下段：SD）

- 写真 2-1 新梅田シティ-1
- 写真 2-2 新梅田シティ-2
- 写真 2-3 大阪駅新北ビル-1
- 写真 2-4 大阪駅新北ビル-2
- 写真 2-5 大阪マルビル
- 写真 2-6 なんばパークス-1
- 写真 2-7 なんばパークス-2
- 写真 2-8 なんばパークス-3
- 写真 2-9 あべのハルカス-1
- 写真 2-10 あべのハルカス-2
- 写真 2-11 あべのキューズモール

第 3 章

図 3-1 本章における研究フロー図

図 3-2 調査対象地ならびに調査地点

図 3-3 緑地形態ごとの内部環境（平均値）

表 3-1 各調査地点の環境特性

表 3-2 各調査地点の外部環境（実測値および順位）

表 3-3 各調査地点の鳥類出現状況

表 3-4 鳥類種ごとの出現状況

表 3-5 各調査地点の鳥類出現有無（繁殖期）

表 3-6 各調査地点の鳥類出現有無（越冬期）

表 3-7 各調査地点の多様度指数

表 3-8 多様度指数と内部環境の間の相関係数（繁殖期）

表 3-9 多様度指数と内部環境の間の相関係数（越冬期）

表 3-10 多様度指数と内部環境の間の相関係数（全体）

表 3-11 相関係数（繁殖期）

表 3-12 相関係数（越冬期）

表 3-13 重回帰分析（繁殖期）

表 3-14 重回帰分析（越冬期）

発表論文一覧

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

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

謝辞

本研究を進めるにあたり，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，終始に渡り研究を監修，ご指導いただきました。現地調査や鳥類調査にも数多くご同行いただき，心より御礼申し上げます。

京都府立大学大学院生命環境科学研究科の宗田好文教授，檜谷美恵子教授，山川肇教授には，本研究に当たり多くのご指導をいただきました。田中和博教授には，森林科学的な視点からのご指導，ご指摘をいただきました。宗田好文教授，檜谷美恵子教授，山川肇教授には，学部時代より講義や実習，報告会など様々な機会で大変長らくお世話になりました。また，これまでの研究にあたって解析方法をはじめとして多様な着眼点から，多くのご助言をいただきました。深く感謝申し上げます。

ランドスケープ学研究室の皆様には，論文を進めるにあたり多くの議論を重ね，それぞれからご助言を頂くことや刺激を受けることが出来ました。加えて，調査にもご協力いただき，心よりお礼申し上げます。

猛暑の中，厳寒の中の鳥類調査をお手伝いいただきました宮本脩詩さん，疋島大作さん，高林裕さん，上田瑠香さん。論文に関して多くのご助言をいただきました水島真さん，瀬古祥子さん，木南雪彦さん，藤川さつ紀さん，寺田昌幸さん，西田花笑さん，佐竹悠理さん，山口史絵さん，山崎春奈さん，矢本良さん，今井瑠梨さん，平松優生さん。関わってくださった皆さまに心よりお礼申し上げます。

最後に，仕事と学業との両立を快諾してくださった職場の皆様，今まで支えてくれた家族に心より感謝申し上げます。