

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

街路樹の根上がりに対する課題認識と植栽環境条件に関する研究
A study on planting environment of street trees and the consciousness of
residents to conflicts between street tree root growth and hardscape

2017

瀬古 祥子
Sachiko SEKO

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：研究の背景および研究の位置づけ	5
1-1-1：街路樹の変遷	5
1-1-2：街路樹の機能	12
1-1-3：街路樹の維持管理	14
1-2：研究の目的	19
1-3：研究対象地の設定	23
第2章：街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について	
2-1：研究方法	27
2-1-1：調査対象通り	27
2-1-2：街路樹の根上がりに対する課題認識調査	28
2-1-2-1：市民への質問紙調査	28
2-1-2-2：市民の課題認識と根上がり発生状況との関連性	29
2-2：結果および考察	30
2-2-1：市民による街路樹の根上がりに対する課題認識	30
2-2-2：市民の課題認識と根上がり発生状況との関連性	34
2-3：まとめ	39
第3章：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について	
3-1：街路樹の根上がりの発生状況について	43
3-1-1：研究方法	43
3-1-1-1：調査対象通り	43
3-1-1-2：調査対象樹種	44
3-1-1-3：調査方法および解析方法	45
3-1-2：結果および考察	48
3-1-2-1：調査対象樹種別の根上がり発生割合	48

3-1-2-2：調査対象通り別の根上がり発生割合	50
3-2：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について	54
3-2-1：研究方法	54
3-2-1-1：植栽環境条件Ⅰ・歩車道幅員・歩道舗装・植樹柵	54
3-2-1-2：植栽環境条件Ⅱ・日照条件	55
3-2-1-3：植栽環境条件Ⅲ・土壌条件	56
3-2-2：結果および考察	59
3-2-2-1：植栽環境条件Ⅰ・歩車道幅員・歩道舗装・植樹柵	59
3-2-2-2：植栽環境条件Ⅱ・日照条件	62
3-2-2-3：植栽環境条件Ⅲ・土壌条件	65
3-2-2-4：街路樹の根上がりと歩車道幅員・歩道舗装・植樹柵と日照条件との関連性	66
3-2-2-5：街路樹の根上がりと歩車道幅員・歩道舗装・植樹柵と土壌条件との関連性	73
3-3：まとめ	79

第4章：総合考察

4-1：本調査対象	83
4-2：街路樹の根上がりに対する市民の課題認識についてのまとめ	83
4-3：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性についてのまとめ	84
4-4：今後の課題	85

引用参考文献	89
--------	----

本研究の用語	101
--------	-----

図表リスト	103
-------	-----

謝辞	107
----	-----

学位論文要旨

題目：街路樹の根上がりに対する課題認識と植栽環境条件に関する研究

街路樹は、緑陰を形成し都市に潤いをもたらす存在であるが、地上部の生長に伴い樹体維持や養水分摂取のために根系が植樹柵の外へと伸長することで、歩道舗装や縁石に影響をおよぼすという課題を抱えている。このような根系生長による地表面への隆起は、根上がりと呼ばれている。

本研究では、街路樹が植栽されている主要沿道の住民を対象とした質問紙調査によって、街路樹の根上がりという歩道空間の現状に対する課題認識を把握するとともに、街路樹の植栽環境としての諸条件を調査することによって、根上がりの発生状況との関連性を検討した。

第1章：研究の目的ならびに構成

本章では、街路樹の変遷、機能、維持管理に関する文献ならびに研究事例より、本研究の背景と目的、位置づけを明確化した。本研究は、第2章において、「街路樹の根上がりに対する市民の認識度と現状の課題点を示すこと」、および「市民の認識度と実際の根上がり発生状況との関連性を検討すること」、第3章において、「街路樹の根上がりの発生状況と街路樹の生育に関わる植樹柵や歩道環境、日照条件、土壌条件との関連性を明らかにすること」を目的として、その調査結果を取りまとめた。第4章において、これらを総合的にまとめ、街路樹の根上がりと植栽環境についての知見を導いた。本章では、以上の各章を概説し、本研究の構成を示した。

第2章：街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について

本章では、市民が街路樹の根上がりに対して抱く課題認識についての調査結果を示した。調査はイチョウが植栽されている京都市内の主要4通りにおいて質問紙を1,000通配布し、263通の回答を得た。加えて、根上がりに対する市民の認識度と実際の根上がり発生状況との関連性を検討するため、調査対象通りにおける街路樹周辺の破損箇所を実測調査した。

その結果、全体の認識度に関しては、回答者の9割から街路樹の根上がりによる「よく見かける・たまに見かける」という回答があり、街路樹の根上がりによる歩行空間の難点としては、「通行のしづらさ」、「歩道の凹凸によって躓いた経験」等が挙げられた。根上がりへの印象としては、「通行時の危険性」が最も多く指摘され、次いで「見た目が良くない」、「樹木の生育にとって良くない」という印象が順に多かった。これらの回答結果から、調査対象通りの沿道住民は日常的に街路樹周辺の歩道部分の破損や樹木の状態を目にしており、歩行空間としての難点を実際に体感していることが示唆された。

調査対象通りごとの市民の認識度と実際の根上がりの発生状況との関連性に関しては、実際の根上がり発生割合が高い通りにおいて「凹凸をよく見かける」という回答割合が最も高く、他の通りに関しても実際の根上がり発生割合の順と回答割合の順が対応する結果であった。

本章の調査を通して、沿道住民の主な生活圏と考えられる通りの環境が街路樹の根上がりに対する課題認識度と関連していることが示唆されるとともに、街路樹の根上がりという現状が街路空間における一課題として調査対象通りの沿道住民に認識されていることが明らかになった。

第3章：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について

本章では、街路樹の植栽環境条件としての「歩道」、「日照」、「土壌」との関連性を探った。まず、歩道条件については、調査対象とした京都市内の主要7通りにおいて、植樹樹と舗装の種類、歩車道幅員を現地での実測と資料により調査した。日照条件は、調査対象の通りに面した建築物の階数を調査し、地理情報システム（GIS）を用いた日射量解析により年間累積日射量（WH/m²）を算出した。土壌条件は、ボーリング調査箇所と柱状図を基に、土質と土壌硬度、地下水位を確認した。

調査対象とした街路樹は2,340本であり、樹種別の根上がり発生割合は、イチョウが3割、トウカエデが5割、ユリノキが4割であった。イチョウは胸高周囲長が大きくなるほど根上がりの発生割合が高くなるが、周囲長が90cmを超えると一定になり、トウカエデは周囲長が大きくなるほど根上がり発生割合が高くなる傾向がみられた。ユリノキは、トウカエデと同様の傾向がみられた

が、他の2樹種と比較すると周囲長の大きさに伴う根上がり発生割合にはばらつきがみられた。根上がりの形態をみると、歩道舗装のひび割れ・持ち上げ、縁石のずれ・持ち上げ、根元のあふれ出しの全ての項目において、トウカエデの根上がり発生割合が高い結果であった。

日照条件については、単独樹と連続樹の場合、根上がりの発生に対する直接的な影響は小さいものの、花壇型植樹樹の場合では、根上がりが発生している街路樹の受ける年間累積日射量が有意に多く、この結果から、日射量の多い環境の街路樹の方が、根の生長分布が大きいことが考えられた。

土壌条件については、トウカエデの根上がり発生状況とボーリングデータの土質との関連性を検討すると、有機質土、砂質土、粘性土の順に根上がり発生割合が高い結果であった。土質ごとの他の条件については、有機質土における街路樹の平均胸高周囲長が有意に大きく、これが発生割合の差異につながっていると考えられた。有機質土に次いで根上がり発生割合が高かった砂質土では、粘性土と比較して土壌硬度が有意に低い結果が示され、この点が根上がり発生割合の差異につながっていると推察された。地下水位については、水位が低いほど根上がりの程度が大きくなる可能性が示された。

第4章：総合考察

本研究では、街路樹と歩道空間に対する人々の要望や課題認識を把握し、街路樹の植栽環境としての諸条件から根上がり発生状況を検討した。

沿道住民を対象とした質問紙調査、および街路樹の実測調査を通して、街路樹の根上がりに対する様々な意見や改善要望が寄せられるとともに、主な生活圏となる通りごとの環境が街路樹の根上がりに対する課題認識度と関連していることが示された。これらの結果から、都市緑地分野における課題としての街路樹の根上がりが、市民の視点からも、歩道空間における一課題として認識されていることが明らかになったといえる。

街路樹の実測調査、および街路樹周辺の植栽環境調査では、根上がりの発生割合からみると、日照と土壌が樹木にとって良好な条件であるほど、根系生長が大きくなり、歩道の隆起などが発生しやすい傾向がみられた。併せて、根上がりの形態と程度からみると、土壌硬度などが不良な条件であるほど根上がり

の程度が進行しやすい可能性が示唆された。これらの結果から、今後は、街路樹の「樹種」、「根系の特性」、「根上がりの形態」を把握した上で、『植樹柵や舗装の選択』、『基盤改良』を行っていく必要がある。根系特性等を考慮し、土や骨材の充填範囲を検討するといった具体的な応用へつなげていくことができるのではないかと考えられた。そのためには、数年間の街路樹の生長率を踏まえた調査や、他樹種を含めた詳細なデータの蓄積が重要である。

本研究においては、人々の利用空間と緑の生育空間の両面から、今後の街路樹の維持管理へ向けた基礎的知見を得ることができたと考えている。

第 1 章 研究の目的ならびに構成

第 1 章 研究の目的ならびに構成

本章では、街路樹の変遷、機能、維持管理に関する文献ならびに研究事例より、本研究の背景と目的、位置づけを明確化するとともに、各章を概説し、研究の構成を示した。

1-1. 研究の背景および研究の位置づけ

1-1-1. 街路樹の変遷

都市の緑地は大気を清浄に保ち、気温をやわらげ、鳥や虫の生息空間となるとともに、街並み景観を整え、風景に季節の彩りを添える（京都市，2010）¹⁾。また、木々の緑は、人々の心を和ませ、憩いと潤いを与えてくれる（芦原，1983，田村，2005）^{2)・3)}。緑地は、水辺や農地、公園、街路、学校、庭園、社寺、史跡、住宅、公共施設、商業施設などさまざまな空間に存在している。これら既存緑地の保全と多様な緑化の展開により、都市における緑の回廊をはじめとした水と緑のネットワークの創出や、美しい国土・地域・まちの形成が図られている（国土交通省，1994）⁴⁾

都市の緑地のなかで、幅広く誰もが無償で利用することのできる緑化空間には、公園や緑道、水辺などがある。その中でもとりわけ街路は、場の選好性に関わらず誰もが日常的に利用する公共空間である（森本ら，2007，三村，2005，田村，1984）^{5)・6)・7)}。歩道や車道といった街路に植栽された樹木は、緑豊かな並木道として、明瞭な都市の軸線と快適な緑陰を形成するとともに、それぞれの都市や通りの街並みを印象づける重要な景観構成要素といえる（田村，1984，久保，1983，石川，2003）^{7)・8)・9)}。



写真 1-1 都市の緑地（京都：高瀬川，下鴨中通，半木の道）

道に沿って列植された樹木は、古くは並木、行路樹、行道樹などよばれていた。明治には道路樹木、昭和に入って「街路樹」の語が使われはじめる。

並木についての古くからの記録が残る中国では、アジアにおいて最も早い段階から植栽が行われていた。亀野ら（1997）¹⁰⁾によると周時代（前5世紀）から首都へ通じる街道に多くの桃李（モモ、スモモ）の並木として植えられていた記録があり、緑陰で休息したりすることができたという。秦（前3世紀）の時代では青松（マツ）や桐（キリ）、梓（アズサ）、晋（4世紀）の時代には槐（エンジュ）や柳（ヤナギ）、隋（7世紀初期）の時代には楊柳（ヤナギ）、そして唐（7～10世紀）の時代には長安の都に桃や柳、8世紀半ばには槐、楊柳、桃李、榆（ニレ）が植えられ、並木を司る役職もあったと記録されている。この並木の制度は、遣唐使などによって日本へもたらされた。

日本における並木に関する古い記録としては、亀野ら（1997）¹⁰⁾、山本ら（1998）¹¹⁾、亀山ら（2000）¹²⁾、大坪ら（2002）¹³⁾によると、神功天皇（4世紀末）が九州の豊浦の宮に駟路を定め、楠（クス）の並木を植えたと伝えられているものや、日本書紀に雄略天皇ら（5世紀末）が難波の阿斗に橘（タチバナ）などを並木として植えたと伝えられているものがある。また、万葉集には、中国の唐の都・長安を模してつくられた藤原京（694～710）、平城京（710～784）に橘や楊柳、柑橘類などの街路樹が植えられていたと思われる歌がある。759年（天平宝字3年）には、東大寺の僧晋照からの建白書に基づき太政官府が出され、五畿七道（東海道・東山道・北陸道・山陰道・南海道・西海道・山陽道）の駟路両側に果樹を植え、木陰は旅人の休息の場となり、果樹の木の実が旅人の食糧となっていた。

市街地の並木として計画的に樹木が植栽されるのは平安時代前期（9世紀末）になってからであり、平安京の朱雀大路をはじめとした街路に中国渡来の楊柳や槐が植えられていた。柳などは大路に、桜は館や社寺にみられた様子が歌に詠まれている。その後、諸国をつなぐ街道並木は室町時代、戦国時代、江戸時代の幕藩体制下に五街道を主とした街道管理の一環として最盛期を迎えていく。しかし一方で、これら街道並木の整備は行われていたものの、都市の市街地の街路へ計画的に並木が植えられたという記録はなく、明治時代を経て西欧を範とした近代都市が成立するまでの長い間、街路樹は存在しなかったといわれて

いる。

西欧諸国における古い時代の並木としては、神々や王侯貴族の権力の象徴として、庭園内や神殿、城へ通じる道に沿って植栽されたものがみられる。亀野ら（1997）¹⁰⁾、白幡（1995）¹⁴⁾、飯沼ら（1994）¹⁵⁾、坂井（2004）¹⁶⁾、森本ら（2007）⁵⁾、三村（2005）⁶⁾によると、エジプト新王朝時代（前 14 世紀）の貴族の庭園、前 10 世紀のヒマラヤ山麓につくられた街道、ギリシア時代（前 5 世紀）の体育場、アテネの歩道、ローマ時代（前 7～後 4 世紀）の神殿前広場、スタジアム前の散歩道、ローマへつながる主要街道などに並木が植えられていた記録がある。しかしこの時代以降、街路樹に関する主要な発展はみられず、都市における本格的な街路樹の導入は 16 世紀になってからであるといわれている。

現在みられる西欧都市の街路樹の起源として、第 1 に挙げられる歴史的背景としては、庭園の並木が都市の街路樹として応用されたというものがある。15 世紀・16 世紀のイタリア庭園に並木のある直線散策路が生まれた。この直線並木は 17 世紀のフランス式庭園のなかで極めて重要な要素である *allée* として大規模に取り入れられ、これが絶対王政のもとヴィスタをつくりだす直線道路に応用され、軸線構造を骨格とするバロック的都市計画の構成要素に受け継がれた。バロック庭園を代表する *le château de Versailles* は、イギリスの *Hampton court palace* をはじめ諸国の宮廷に多大な影響を与えた。1552 年、フランスにおいてヘンリー 2 世の命により国内主要道にヨーロッパ産並木が、同時代のドイツにおいても幹線道にポプラ並木が植栽され、これらは軍用木材補給を主な目的としていた。1647 年、ドイツ・ベルリンでは *Unter den Linden* に菩提樹の並木が植栽された。1625 年、イギリス・ロンドンでは並木のある公共の散歩道が設けられるとともに、1650 年にはバッキンガム宮殿へつづく *The Mall* がつくられ、モミジバスズカケの並木が植栽された。1790 年、フランスではナポレオン 1 世によって並木植栽に関する法律が出され、大道路建設にあたって街路樹が植栽された。

第 2 の背景としては、おもに 19 世紀に中世的囲郭都市を取り囲む囲郭の堡塁上の植樹が都市の膨張によって囲郭撤去が行われる際、緑陰道の植栽に変えられたというものがある。緑陰樹を備えた大通り *Boulevard* はドイツの *Bollwerk*

を語源としており、18世紀ドイツの囲郭上植栽の事例から派生した。19世紀のはじめにかけての都市域の膨張により囲郭が取り壊され、旧市街地外の環状道路に街路樹が植えられ、Boulevard や Ringstrasse といった緑陰道が都市内に生まれる。世界的に都市景観を重視する傾向がみられ、19世紀後半にセーヌ県知事の G.E.オスマンによるパリ大改造事業における Av. Les ChampsElysees は、都市をデザイン面で捉え、その一環として並木の手法を取り入れた最初の例ともいわれている。また、産業革命以降、都市は美観、および風致・衛生上の劣悪化が問題となり、都市における緑が重要視されるようになっていく。工業先進国となったイギリスにおいては、水質汚濁などの都市問題が蔓延し、ロンドン他各都市でのコレラなどの伝染病の発生によって、都市住環境の改良の必要性に迫られ、公衆衛生という政策概念が19世紀中頃に形成された。都市への積極的な街路樹の導入は、その後、19世紀末の E.ハワードの田園都市論や F.L.オルムステッドによる公園道路の考えが広く行き渡った20世紀初頭以降となる。

日本における近代街路樹は、西欧の都市計画の考え方とともに導入された。白幡（1995）¹⁴⁾ は、西洋の文明化された都市にみられる街路樹や公園を導入することは日本の都市の欧化につながり、都市の近代化にとって必須の事業とみなされていたと述べている。亀野（1998）¹⁷⁾、白幡（1995）¹⁴⁾、藤森（1990）¹⁸⁾ によると、日本における近代都市計画による最初の街路樹は、1869年（明治2年）横浜の馬車道に植えられたものとされている。馬車道沿いの商店が店先に樹木を植えつけ、他の店もこれに倣ったことで自然発生的に松や柳の街路樹として有名になった。一方、同じく横浜の日本大通りについては、「横浜居留地改造及競馬場墓地等契約書」において歩道の車道寄りに樹木を列植するという道路形状に関する取り決めが明記されており、R.H.ブラントンにより設計された。これが計画的に植栽された最初の街路樹とされている。翌年の1870年（明治3年）、イギリスの J.W.ハートによって設計された神戸の居留地図には、海岸通りに植樹帯、京町通りの中央に2列の街路樹がみられた。図面には Promenade という記載があり、これは西欧の19世紀にあらわれた公園デザインの早い事例であった。1873年（明治6年）には、イギリスの T.J.ウォートルスの設計に基づき銀座の煉瓦街がつくられ、通りの角にクロマツ、つづいてサクラとカエデが交互に植えられた記録があり、明治13年頃からはシダレヤナギが

植栽された。いずれも街路樹は西欧の新しい文明の模倣として取り入れられた。

日本における街路樹整備の本格化は、亀山ら（2000）¹²⁾によると、その管理体制が確立され、詳細な記録が残る東京の市制が敷かれた1898年（明治31年）以降となる。翌年には、「道路樹木植付ニ関スル内規」が制定された。そのなかで街路樹の目的は、都市の美観とされ、樹種と植栽間隔に関する内容が記載されていた。樹種はサクラ、ヤナギ、カエデ、キリ、カシ、トチの6種であった。さらに1907年（明治40年）には、新たな樹種の選定と苗圃での増産計画を目的とした初めての街路樹の行政計画といえる「東京市行道樹改良按」を策定している。改良按作成にあたって、東京市は林業試験場長の白澤保美博士と新宿植物御苑の責任者であった福羽逸人博士に調査を委託した。改良按の樹種はスズカケノキ、ユリノキ、イチョウ、アオギリ、トチノキ、トウカエデ、エンジュ、ミズキ、トネリコ、アカメガシワ、ヤナギ、サクラの12種であった。西欧の都市を目標として、大規模な街路樹の整備および街路樹用の苗木の確保の必要性が訴えられている。都市美観の面が重視され、街路樹を取り入れてヴィスタを強調する手法が東京駅や明治神宮外苑などに現在も残されている。

街路樹に用いられる樹種に関して、西欧のヨーロッパポダグジュやマロニエなどは、都市の緑化に適して都市環境に耐性のある種を野生種である母種をもとに交配によって作り出されたものであり、ロンドンプラタナス（モミジバズカケノキ）は産業革命時代の大气汚染の猛威の中でも生き残ることができた数少ない樹種として世界各地で植栽されている。

近年では、郷土種を植栽しようという考え方が街路樹においても一般化してきている。1907年（明治40年）の改良按によって東京市が外国産樹種を街路



写真 1-2 街路樹景観：神戸



写真 1-3 街路樹景観：京都

樹として植え、全国の都市もこれに倣い、各地で同様の樹種が植栽されていった。しかし、改良按に携わった白澤博士らは、本来街路樹に郷土樹種を植えることを望んでいた。外国産樹種が選定された理由は、1912年（明治45年）に開催されることとなった万国博覧会に向けて、わずかな準備期間のなかでやむをえず増殖容易で生長迅速な樹種が選ばれたというものであった。将来的には日本固有の樹種に更新していく予定であったが、全国他都市が東京市に倣って外国産樹種を用いはじめ、普及したという経緯があったとされている。また、明治40年以前では街路樹の植栽・管理が行政と住民との両方の手で行われており、サクラやカエデ、マツなどの在来種の自主的な管理という形で都市住民が街路樹による景観形成に積極的に関わっていた。明治40年以降は東京市による改良按の実行や街路に関する法令の制定などを通じて、街路樹は法令によって整備・管理されるものとなり、行政が大きな役割を占め、住民による自主的な管理はあまり行われなくなっていく。

1919年（大正8年）には道路法の制定によって、街路樹が道路の付属物として位置づけられた。

昭和期になると、関東大震災からの復興後、都市美運動を通じて都市の美観に関心が集まるようになり、行政の管理を補足するかたちで住民による管理が再び行われるようになっていったことが、戦前期の新聞記事を分析した研究から明らかになっている（工藤ら、2008）¹⁹⁾。1932年（昭和7年）には、東京市訓令によって「道路樹木」とされていた名称が「街路樹」に改められた。

明治の東京市に倣って、全国の主要都市、中小都市においても街路樹が植栽されていき、大正年間には大半の樹種が東京の規定樹種の範囲を出ないものであったが、昭和に入って地方小都市へも街路樹植栽が普及し、次第に郷土の樹種が加わったとの報告がある（福富、1958）²⁰⁾。

1941年（昭和16年）から1945年（昭和20年）にかけての太平洋戦争では、日本国内で被災した都市の多くの街路樹が焼失したが、住民や協力団体などの寄付や植樹によって、戦災を生き抜いた街路樹の保護や新しい植樹がなされていった。

近年の日本国内における街路樹種に関して、1987年から5年ごとに全国のすべての道路を対象とした街路樹の実態調査が行われている。建設省土木研究所

表 1-1 1987年・2012年の全国上位10樹種（高木街路樹）²¹⁾

順位	1987年（昭和62年）		2012年（平成24年）	
	樹種名	本数(千本)	樹種名	本数(千本)
1	イチョウ	486	イチョウ	570
2	サクラ類	260	サクラ類	522
3	プラタナス類	258	ケヤキ	487
4	トウカエデ	238	ハナミズキ	360
5	ケヤキ	133	トウカエデ	321
6	カシ類	129	クスノキ	276
7	クスノキ	128	ナナカマド	196
8	ナナカマド	110	日本産カエデ類	183
9	シダレヤナギ	109	モミジバフウ	170
10	ニセアカシア	106	プラタナス類	149
	総本数	3,708	総本数	6,750

出典：わが国の街路樹VII-2.道路緑化樹木の推移²¹⁾



写真 1-4 街路樹景観：京都

および現・国土交通省国土技術政策総合研究所（栗原ら，2014）²¹⁾によると，全国調査を開始した1987年以降から最も新しい調査を行った2012年の25年間において，イチョウ，サクラ類，ケヤキ，トウカエデ，クスノキ，ナナカマド，プラタナス類の7種が上位10位に入っている（表1-1）。なかでも，イチョウとサクラ類，ケヤキの3種は，1992年以降変わらず上位3種を占めている。

既往研究²¹⁻²⁷⁾によると，1987年から2002年までは街路樹本数が増加傾向にあり，2002年以降は横ばいとなっている。大きな増加傾向にあった1987年から1997年までの10年間についてみると，総本数，および樹種数が増加し，上位樹種の占有率が低下するとともに樹種の多様化がみられた。近年の特徴としてはプラタナス類の本数が減少していることが挙げられる。また，新たに導入されたハナミズキなどが多く用いられ，1年を通して緑をつける常緑樹や花木などの樹種が多く用いられる傾向にあった。本数の増加率では，ケヤキやクスノキ，サクラ類も高木全体に対して増加率が高い樹種である。

樹種選定についての住民と専門家の考えの差異に関する調査では，住民から

はハナミズキ、カエデ類、プラタナス類、ユリノキの好適度の評価が高く、専門家からはイチョウやトウカエデ、クスノキ、ケヤキの好適度の評価が高い結果を示しており、両者の視点には大きな差異があったとの報告がされている(藤崎ら, 2010)²⁸⁾。加えて、明治期には生長迅速な樹種という点が街路樹の条件であったが、この調査では生長の遅い樹種が好まれるといった時代の変化による影響が示された。

1-1-2. 街路樹の機能

このような変遷を経て現在に至る街路樹は、都市空間においてさまざまな役割が求められている。亀山ら(2000)¹²⁾によると、街路樹の機能および効用は、防災、環境保全、景観形成の大きく3つに大別されている。

明治期の横浜・日本大通りにおける植栽は、防火帯としての機能も重要視されていたものである。近年では、1995年(平成7年)の阪神・淡路大震災の際に神戸市兵庫区や長田区においての火災に耐えたクスノキの事例など、街路樹は震災時において建物の倒壊や延焼を防ぐ機能を果たしてくれる²⁹⁾。

環境保全機能に関しては、藤崎ら(1994)³⁰⁾が夏季における高木単木や高木植樹帯、芝地といった公園や街路などの植栽が微気象におよぼす影響について、水野ら(2012)³¹⁾が低木の街路樹による熱環境改善の効果、熊倉ら(2010)³²⁾が木漏れ日に着目した日射遮蔽効果について報告している。

また、環境機能のひとつとして、樹木による緑の回廊創出という点をみると、街路樹には鳥や昆虫が訪れ、都市のなかの生態系を豊かにする役割を果たすといわれている(森本ら, 2007, 三村, 2005)^{5)・6)}。そういったなかで、福井ら(2014)³³⁾は、都市生態系の頂点に位置する指標種である鳥類と街路樹との関係についての調査を行い、階層的に混栽された街路樹植栽箇所において特に鳥類の多様度が高いことを報告している。また、街路樹そのものの多様性については、井手ら(1984)³⁴⁾が、横浜市における街路樹を対象として、生態学的な観点から樹種の均等度や豊富さを調査している研究事例がある。

景観形成機能に関しては、藤原ら(1984)³⁵⁾が植栽形態の異なる街路樹のスライド写真を用いた評価実験を通し、好ましさからみた道路植栽の形状について報告しており、下村ら(1990)³⁶⁾が、スライド写真を用いた評価実験を通し、

公共施設に付随した接道部緑化の街路景観としての心地よさについて、藤田ら（2012）³⁷⁾ がスライド写真を用いた評価実験と緑被率および緑化手法の分析を通し、街路の緑化が歩行者の印象に与える影響を報告している。また、遠藤ら（2008）³⁸⁾ は、既往研究のなかで数多く活用されてきたスライド写真による景観評価の手法に関する検証結果を報告している。

街路樹と景観形成に関する他の調査としては、増田ら（1989）³⁹⁾ が緑量の算出とビデオ映像を用いた評価実験を通して、歩道景観における緑化の美しさや自然らしさを評価し、雨宮ら（2001）⁴⁰⁾ は、街路樹の緑量と背景の景観により類型化したビデオ映像を用いた評価実験を通して、沿道土地利用の違いと街路樹の修景効果について、亀野ら（2000）⁴¹⁾ は、車道側を視点場としたCG画像を用いた評価実験を通して、運転者からみた広幅員街路の中央分離帯植栽の景観イメージについて報告している。

さらに、久保ら（1985）⁴²⁾ は緑被率の算出とインタビュー調査を通して、街路樹を含めた緑地景観全体と各要素の美しさや好ましさの評価について、李ら（2013）⁴³⁾ は、調査対象者がそれぞれ連想する街路景観に対しての日本人と中国人における景観認知特性の類似傾向と相違点について、下村ら（1989）⁴⁴⁾ は、街路樹の植栽形式および枝下高さの違いが歩行者の通行特性に与える影響についての報告をしている。加えて、安部ら（1990）⁴⁵⁾、下村ら（1992）⁴⁶⁾ が、フォトモンタージュ法により街路緑化の景観モデルを作成し、様々な植栽モデルとその景観評価について、福井ら（2007, 2008）^{47)・48)} が、CGおよびフォトモンタージュ法を用いた印象評価を通し、歴史的街路における演出を考慮した緑化に関して、坂口ら（1994）⁴⁹⁾ が、街路樹の列植形式の試みとしての実例を用いて、植栽デザインの評価についてそれぞれ報告を行っている。また、毛利ら⁵⁰⁾ は、模型を用いたワークショップを通じた、日常生活体験を取り入れた愛着を導く街路デザイン提案を、古賀ら⁵¹⁾ がまち歩きおよび模型とバーチャルリアリティを用いたワークショップから、街路樹の配置を含めた街路デザイン計画案作成のための課題や対策を報告している。国土交通省の道路デザイン指針（2005）⁵²⁾ では、植栽は良好な道路景観の形成にさまざまな役割を担っており、その効果と機能などを十分把握し、設計を行うことの重要性を明記している。

さらに、近藤ら（1997）⁵³⁾による心拍数の回復率などの運動生理学的な観点からの研究や、池田ら（2007）⁵⁴⁾による、現場評価実験を通じた木漏れ日の光による安らぎ感についての研究などから、日常生活空間における良好な緑の景観形成が人々へ与える心理的効果が報告されている。こういった点から、心理や健康に関する既往研究をみると、浅川ら（1986）⁵⁵⁾が緑環境の満足度という視点から、居住地における緑の多さが、美しさ、うるおい、健康性の評価へ影響があることを報告し、近江ら（1990）⁵⁶⁾によると高木樹木が身近な居住地における緑の満足度に影響を与えること、西田ら（1996）⁵⁷⁾が街路樹についての意識調査を通し、緑が心の安らぎや落ち着きを与えることを報告している。

美しい街路樹景観形成における維持管理という点でみると、剪定管理（日本造園建設業協会，2008，2011）^{58)・59)}に関する報告があり、藤井ら（1987・1988）^{60)・61)}は、街路樹として多用されているトウカエデを対象として、剪定が樹形形成に与える影響を報告している。藤崎ら（2000）⁶²⁾は、住民への意識調査を通して、強剪定と自然成長仕立てという異なる2つの方法によって剪定されたケヤキの街路樹に対する評価について、山田ら（2011）⁶³⁾は、歩道幅員や架空線といった道路構成の検討から、自然相似仕立てのケヤキの街路樹が成立する条件について、柳田ら（2013，2016）^{64)・65)}は、国内における街路樹植栽本数が最も多いイチョウを対象として、樹形と架空線が街路樹景観への印象に与える影響について報告している。福井（2011）⁶⁶⁾、濱田ら（2013，2016）^{67)・68)}は、イチョウの街路樹を対象として、紅葉街路樹創出のための新たな剪定方法に関する景観評価と課題について報告を行っている。このように、街路樹による景観形成と維持管理に関しては、実務的な研究報告が多くみられる。

さらに、環境保全および景観形成機能を充実させる緑の配置計画の観点からみると、渡部ら（2012）⁶⁹⁾が緑の回廊としての役割をもつ親水緑道や街路樹などの線形緑地の存在が住宅地の地価の上昇に与える影響について報告している。このように近年では、街路樹のもつ経済的な効果といった点も示されている。

1-1-3. 街路樹の維持管理

街路樹の維持管理については数多くの調査報告があり、そのなかでも市民と街路樹の関わりという観点から、工藤ら（2008）¹⁹⁾は、明治期から戦前期まで

の新聞記事から街路樹に対する市民の関わりを明らかにしている。近年の市民による街路樹の活用に関しては、下村ら（2004）⁷⁰⁾、松井ら（2006）⁷¹⁾による京都市、および神戸市における市民の街路樹の植樹柵周辺での植物栽培の実態と街路樹の生育環境に与える影響についての報告がある。また、星野ら（2001）⁷²⁾は、ヒアリング調査を通して、広島市における市民参加による街路樹の計画と維持管理の事例について報告しており、赤澤ら（2015）⁷³⁾は、東大阪市において市民からの街路樹に関する要望に対してテキスト分析を用いて整理し、街路樹の維持管理に活用するための要望の把握方法について詳細な報告を行っている。渡邊ら（2016）⁷⁴⁾は、北海道における商店街での街路樹の維持管理状況を調査し、アンケートとヒアリングによる2つの調査を通して、商店街の活性化に資する街路樹の活用のあり方を報告し、渡部ら（2003）⁷⁵⁾は、東京都の植栽仕様を用いて街路樹の植栽と年間維持管理、植え替えのコストをもとに街路樹のライフサイクルコストの試算についての検討結果を報告している。このように維持管理について各地での報告が多くみられる。

都市空間においてさまざまな機能と効用を持つ街路樹は、一方で、その生育環境や維持管理面ではいくつかの課題を抱えている。

その課題としては、明治期に日本へ近代街路樹が導入された際の当時の公園観や街路樹観に対して、白幡（1995）¹⁴⁾が、西洋を理想として出発した日本の街路樹の問題点のひとつは西洋の実情を詳細に検討せず理想郷と考え、実際の維持管理に関する現実的な批判的視座が欠如していたことであると述べている。

国土交通省国土技術政策総合研究所（栗原ら、2014）²¹⁾によると、国内で植栽されている街路樹は、全国調査を開始した1987年では約371万本であったが2002年では約679万本と倍増し、その後は横ばいになっている。今後は、これまでに植栽された街路樹が大きく生長し、その維持管理に対して重点がおかれることが予想されるとの指摘がある。維持管理面としては、街路樹の生育空間には物理的な制限があるにも関わらず大きく生長する樹種が植栽されている場合があり、樹形を維持するための剪定や根上がり対策などが必要不可欠となる。しかしながら、街路樹の維持管理費の削減により適切な管理が行うことが難しくなっている状態が全国で見受けられる。さらに、植栽時からの時間経過のなかで周辺の土地利用が大きく変化している都市もあり、街路樹整備の方針その

ものに対する再考が求められると指摘されている。

上述のように維持管理についての課題点があり、緊急的な事例としては、大島ら（2012）⁷⁶⁾が、今後の激甚災害時の緑地管理対応を考える上での重要性を考慮し、浦安市における震災後の地盤の液状化による街路樹への影響について検証した報告がある。また、細野ら（2009）⁷⁷⁾が、街路樹の倒木や枝折れなどによる人的および物的被害に関して、都内での街路樹による落下直撃事故の実態を報告している。

街路樹の生育空間については、本間ら（1957）^{78)・79)}が、昭和期における街路樹管理規程に則って植栽された街路樹の実地観測から植栽基準を検討した研究、三沢ら（1990）⁸⁰⁾が、街路灯付近の落葉樹の街路樹を調査し、夜間照明による落葉期への影響を明らかにした研究、柳田ら（2013, 2016）^{64)・65)}が、架空線による街路樹形の制限および街路樹の印象評価へ与える影響について明らかにした研究、白石ら（1990）⁸¹⁾が都内の主要道路における街路土壌と街路樹の葉の重金属の蓄積について明らかにした研究などの報告がある。加えて、大政ら（1990）⁸²⁾によるサーモグラフィを用いたケヤキの街路樹の診断に関する研究や、Douら（2001）⁸³⁾による中央分離帯に植栽されたクスノキの街路樹の生育管理に関する研究、市川ら（2007）⁸⁴⁾による近年著しい増加傾向にあったハナミズキの街路樹の植栽箇所や植栽理由、生育状況に関する研究、柳瀬ら（2013）⁸⁵⁾によるクスノキの街路樹の植栽形式や葉面積等の生育状況に関する研究などが報告されている。

上述した地上部の生育空間における課題に加え、街路樹に関する諸課題の一つとして、根による歩道の破損がある（興水ら，1998，中島，2012）^{86)・87)}。街路樹は限られた幅と深さで土壌改良が行われた植樹柵内に生育していることが多く（丸田，1994，近藤，1986，2015）^{88)・89)・90)}，地上部の生長に伴って樹体維持や養水分摂取のために根系が植樹柵の外へと伸長し，歩道に影響をおよぼす。一例として，街路樹の根によって歩道の舗装や縁石が持ち上げられ，破損するなどの状況が報告されている（有賀，2007，飯塚，2009，野村，2009）^{91)・92)・93)}。これは樹木の良好な生育空間としても，歩行者の安心安全な歩道環境にとっても共通の問題点と指摘されている（管，2009）⁹⁴⁾。

濱野（2009）⁹⁵⁾による報告では，街路樹は地上も地下も人工物による抑制や

人為により制限された空間にあること、さらに植樹柵は狭小化の傾向であることが指摘されている。加えて、生育基盤となる土壌が在来の基盤とは連続されない植樹柵も多く、地下の構造物により生育基盤が制限された街路樹が今では珍しくないと指摘している。

国土交通省の道路のデザイン指針（2005）⁵²⁾をみると、健全な街路樹には、植栽形式と樹種に見合った十分な大きさ、良好な土壌をもった植栽基盤、そして地上部の生育空間を確保することが重要とされている。

上記の問題点について、自治体による対応例をみると、横浜市では市民の愛着度や歩道破損被害の程度など独自の項目を検討し、緊急性の高い路線の修復を進めてきた（横浜市道路局，2012）⁹⁶⁾。しかし、直ちに全ての街路樹を改修の対象とすることは現実的に難しいといえる（管，2009）⁹⁴⁾。岩田らをはじめとする既往研究⁹⁷⁻¹⁰⁵⁾においては、根上がりと呼ばれるこの課題に対して、地中を掘削する調査や地表の被害を実測する調査が行われ、根上がりの発生傾向が報告されている。対策として、樹木に対して負荷の少なく、且つ根上がりに対して効果的な工法が幾つか検討され、Graboskyらをはじめ、実証試験^{99)・106-112)}が行われているものもある。街路樹の根上がりの発生による問題点は多岐にわたり、例えば、歩道の凹凸によってベビーカーなどでの通行に障害がおきるなど、安全面の課題についても指摘されている（管，2009）⁹⁴⁾。

前述の横浜市が行った街路樹の根上がり修復優先区間の選定（管，2009）⁹⁴⁾において、街路樹に対する市民の愛着度という点が検討項目に挙げられたように、日常的に街路を利用する市民の意見は重要である。

これまで、街路樹に対する人々の意識や関わり方に関する既往研究は、市民・行政と街路樹との関わりを新聞記事を通して明らかにした研究（工藤ら，2008）¹⁹⁾や、樹種選定と剪定方法に対する市民と専門家の視点の違いについての研究（藤崎ら，2010，2000）^{28)・62)}、市民と道路管理者の道路緑化に対する意識についての研究（上田ら，2011）¹¹³⁾などが報告されている。しかし、市民が街路樹の根上がりに対して抱く課題意識を取りまとめた研究はなされていない。また、街路樹をめぐる課題点のひとつとして人々の「関心の薄さ」が指摘されているなかで（亀野ら，1997）¹⁰⁾、景観として視覚的に重要な街路樹の地上の枝葉部分への関心度と比較すると、地下や地表部分の根系への視点や関心度は

より一層低いとも考えられる。

また、街路樹の根上がりについては、長期的には根系誘導耐圧基盤などの効果的な工法の採用や工法のさらなる改良などの根本的な解決が望まれているが、整備費用面での課題などもあり、早急に進めることは難しい。そこで、今後の整備にあたって他の留意すべき環境条件を検討しておく必要がある。これまでに、街路樹の地中を掘削した調査報告（岩田ら，1996，松江ら，2008，久保ら，2009）^{97-99）・108）}からは、歩道の表層部に水平な根の広がりが多いこと、縁石と舗装の根上がり状況を実測した調査報告（松江ら，2008，大川，2007，中山，2011，岡田，2011）^{98-102）}からは、胸高周囲長（以下，周囲長）が大きくなるほど根上りの発生が多くなること，植樹樹に占める幹の断面積の割合が大きくなるほど根上りが発生しやすいことなどが報告されている。加えて，縁石から舗装の持ち上がりへと順に発生し，舗装の種類や樹種によって根上りの発生傾向に違いがあると報告されている。

しかし，これまでに植樹樹と舗装の各種の組み合わせという視点から根上りの発生の傾向を研究したものはみられない。

また，街路樹の生育に関わる要素の1つとして，主要道に面した建築物によって影響を受ける日照条件がある。南北に伸びる通りに植栽された街路樹の生育状況について樹冠や枝張りを調査した研究（前田ら，2011）^{114）}では，日照条件が樹木の健全度に影響を与えていることを明らかにしている。しかしながら，日照条件と街路樹の根上りの発生との関係について言及した研究はこれまでみられない。

さらに，街路樹の生育に関わる重要な要素の1つとして，土壌条件が挙げられる。街路樹の植栽にあたっては，植栽樹以外の歩道下部や車道下部も街路樹の根系圏と認識して整備すること（中島，2012）^{87）}が推奨されている。しかしながら，踏圧や根系生長による土壌の圧密化・堅密化や経年的な理化学性の変化，地下埋設物との競合などにより，歩道下部は樹木の生育にとっては厳しい環境となっていることが，飯塚らの調査報告^{92）・97）・115-117）}によって示されている。植栽環境の調査としては，植栽基盤直下を直接掘削することが最も望ましいが，実際に掘削を行った調査では，歩道通行の障害となることや樹木自体への負担がかかるため，量的には行うことができない点も指摘されている。

1-2. 研究の目的

本研究では、市民が都市緑地の維持管理課題のひとつである街路樹の根上がりに対する認識を取りまとめた研究がなされていない点、植樹柵や歩道舗装などの各種の環境条件との組み合わせという視点から根上がりの発生傾向を検討した研究が行われていない点に着目し、次の2項目に研究の目的を提示した。

第一に、街路樹の根上がりに対する市民の課題認識についてである。これまでの道路緑化樹木の推移から、今後は、生長した街路樹の維持管理に重点がおかれることが予想されると指摘されている²¹⁾。また、横浜市の街路樹の修復優先区間の選定⁹⁴⁾において、街路樹に対する市民の愛着度という点が検討項目に挙げられたように、日常的に街路を利用する市民の意見は重要である。そこで本研究では、街路樹整備に関する基礎情報として、市民が都市緑地の維持管理課題のひとつである街路樹の根上がりに対して抱く課題認識を明らかにすることを目的とした。

第二に、街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性についてである。これまでの研究では、街路樹の根上がりの発生状況に関する掘削調査や実測調査などから、根上がりの発生傾向が報告されている。しかしながら、街路樹の植栽環境としての植樹柵や歩道舗装などの各種の環境条件との組み合わせという視点から根上がりの発生傾向を検討した研究は行われていない。そこで本研究においては、環境要因としての植樹柵、舗装、歩車道幅員、日照条件、土壌条件と街路樹の根上がり発生状況との関連性を探ることを目的とした。

以上、この2項目の調査研究を遂行することによって、街路樹の根上がりに対する課題認識と植栽環境条件に関する知見を示した。

なお、本論文は図1-1の研究フローに示したように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章では街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について、第3章では街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について、第4章では総合考察と今後の課題を述べた。各章については、第2章の構成内容を図1-2に示し、第3章の構成内容を図1-3に示した。

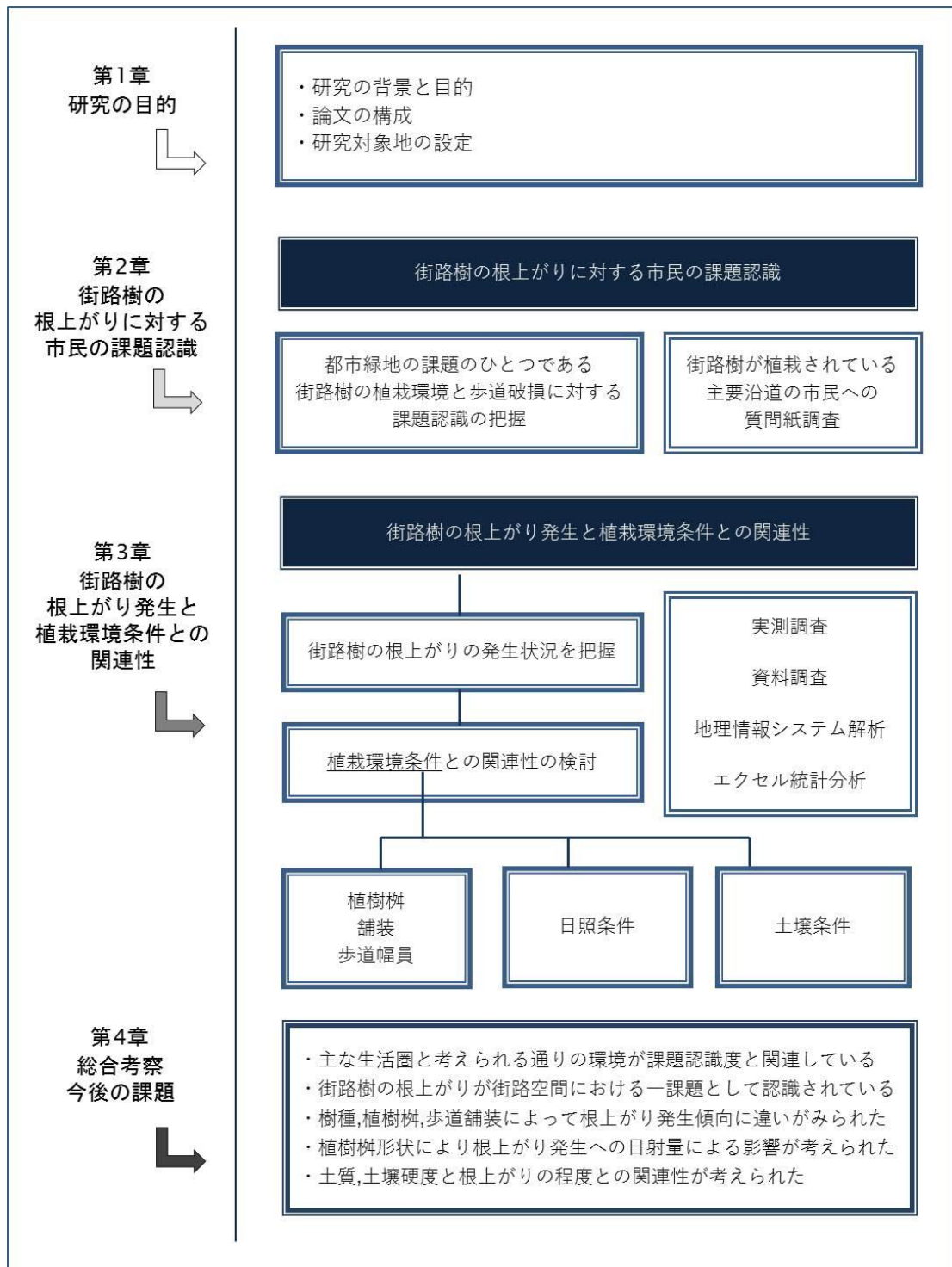


図 1-1 研究の流れ

第2章の構成

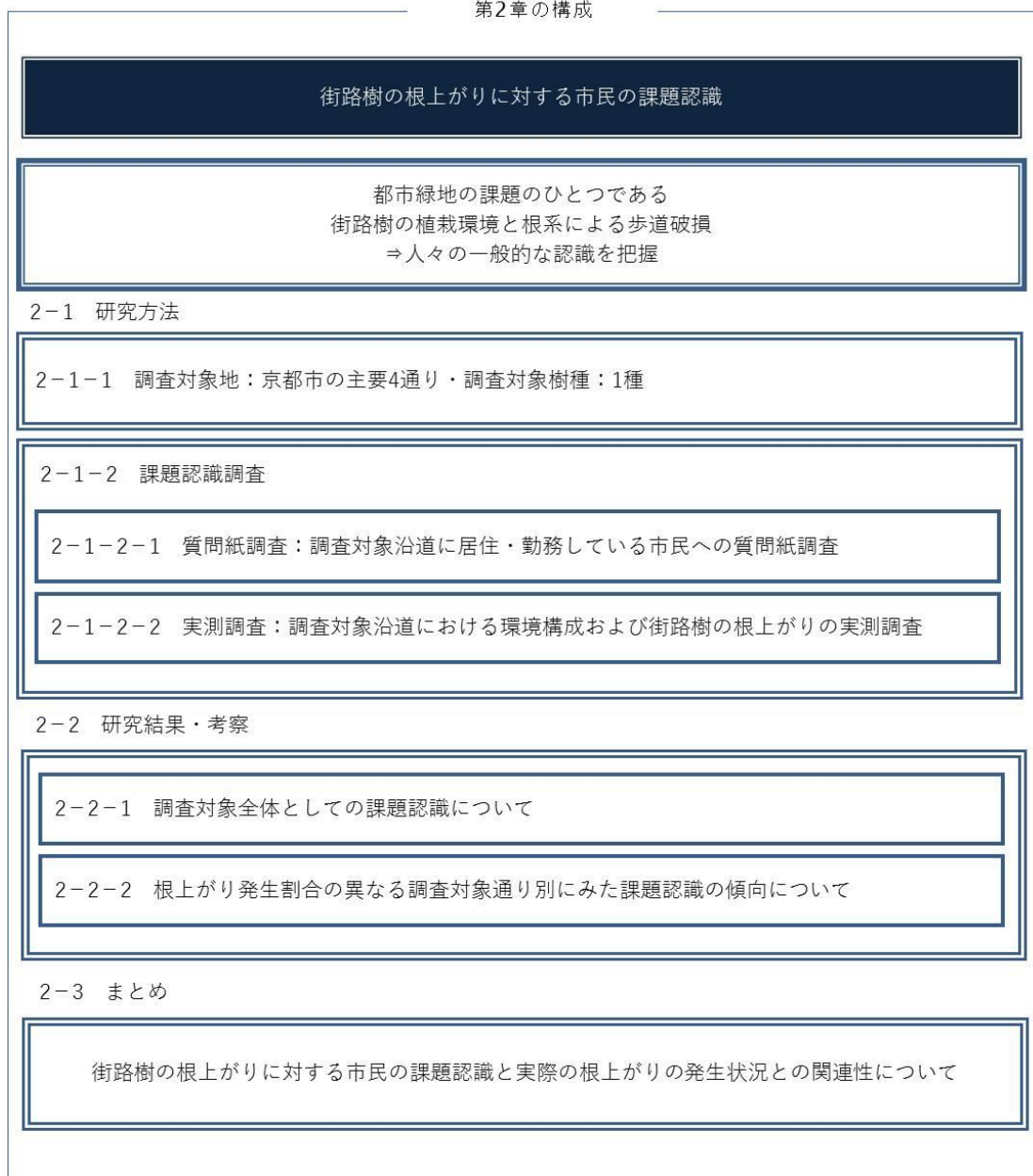


図 1-2 第 2 章の構成内容

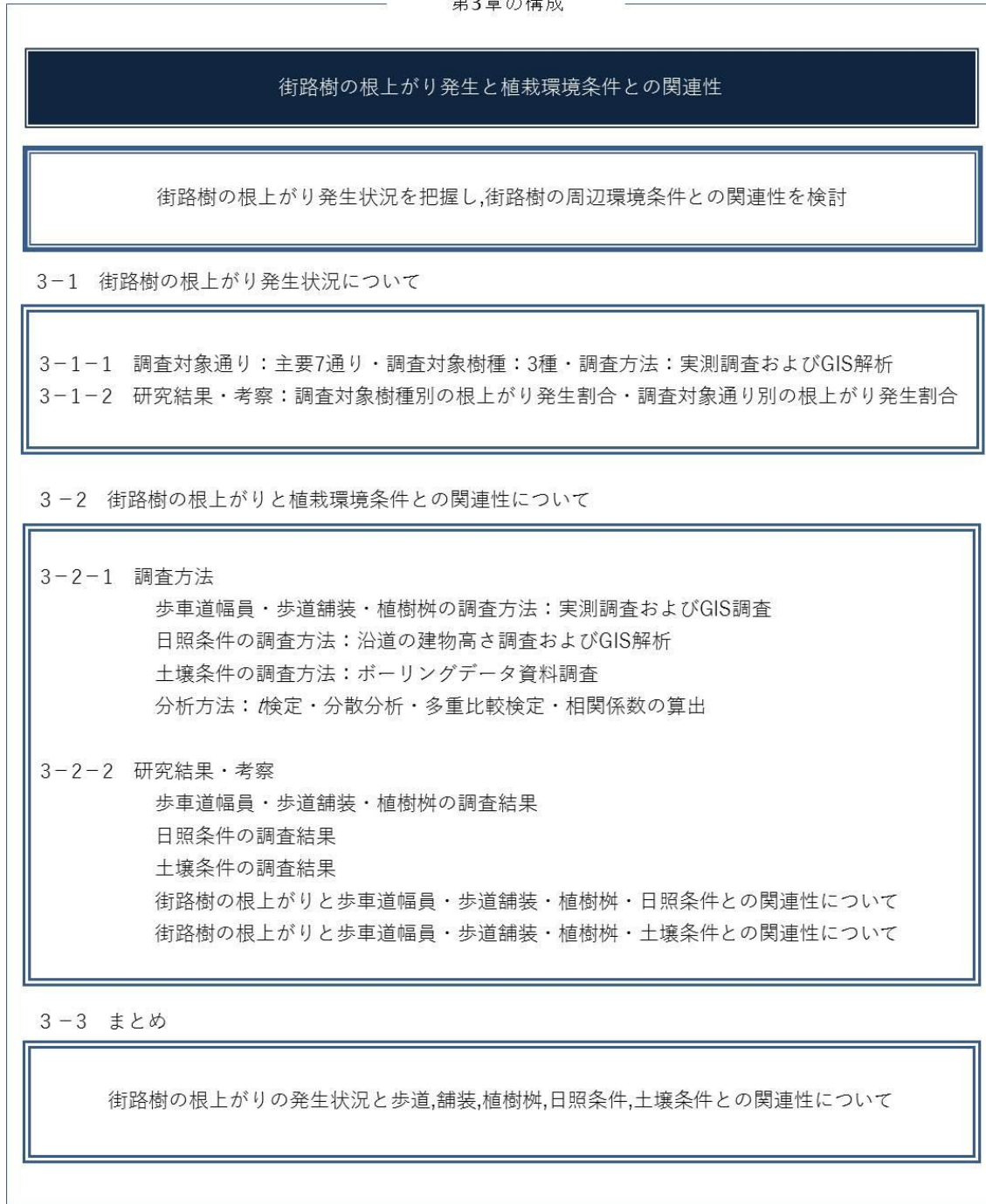


図 1-3 第 3 章の構成内容

1-3. 研究対象地の設定

本研究では、紅葉景観創出と落葉量軽減のための新たな剪定方法の導入や、桜による景観創造のための計画的な樹勢診断調査など、積極的な街路樹行政が進められている京都市を研究対象地とした。図1-4に京都市中心部の市街地図を示した。



図1-4 研究対象地図

京都市の近代的な街路樹は、1915年の大正天皇即位大礼に向け、1912年に京都御所前の烏丸通にユリノキを植栽したものがはじまりとされている。福羽逸人博士から大森鍾一京都府知事へ贈られた樹木が烏丸通(丸太町通－京都駅間)に植栽された。同年に撮影された六条付近の烏丸通の写真1-5¹¹⁸⁾から、当時の烏丸通の様子がうかがえる。近年の烏丸通はイチョウとスズカケノキを中心とした樹種構成であったが、現在、病虫害などの課題からスズカケノキの新植を控え、ユリノキが新植されている(京都市、2013)¹¹⁹⁾。

京都市では、イチョウ、トウカエデ、サクラ、ケヤキなどの高木が約5万本、ヒラドツツジ、シャリンバイ、クチナシなどの低木が約92万本植栽され、高木の樹種では、イチョウが40%、トウカエデが15%、サクラ類が10%、その他が



写真1-5 1912年撮影の烏丸通(六条付近・当時は魚棚：北方向)¹¹⁸⁾

出典：写真集京都府民の暮らし百年



写真1-6 2012年撮影の烏丸通(六条付近：北方向)

35%という構成となっている（京都市，2016）¹²⁰⁾。街路樹整備の取り組みとしては，中央分離帯に高木を植栽する道路の森づくり事業や老衰木の計画的な更新と樹勢回復処置を行うサクラ景観創造プロジェクト，ケヤキ並木保全・創造プロジェクト，伝統的な透かし剪定技術を活用した美しい紅葉景観創出と落ち葉量軽減の両立を図る紅葉街路樹二段階剪定（京都市型景観剪定）などの事業が行われている（京都市，2013，2016，井上ら，2016）^{119)・120)・121)}。

京都市の街路樹に関する既往研究としては，長山ら（1992）¹²²⁾が市民を対象に質問紙調査を行い，市内の緑の満足度を調査した研究や，下村ら（2004）⁷⁰⁾が街路樹の植樹周辺における草花や低木の花木などの植物栽培について調査した研究などがある。緑の満足度に関する調査では，特に身近な緑の満足度に影響する緑は生垣と街路樹，地区別でみると京都市中心部では街路樹や社寺，京都市全市の緑の満足度に影響する緑は小公園，街路樹，学校などであり，京都市全体としては公共的な緑の必要性が認められ，今後の整備充実が期待されると報告している。



写真 1-7 京都市内の街路樹景観（ケヤキ並木保全・創造プロジェクト）

第 2 章

街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について

第 2 章 街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について

2-1：研究方法

2-1-1：調査対象通り

調査区間は、図 2-1 に示した京都市の中心部を南北に伸びる 4 つの主要通りを対象とした。調査を行った主要通りについて詳細に示すと、市中心部の西側より、千本通の北大路通～今出川通区間、堀川通の中立売通～丸太町通区間、下鴨本通の北大路通～葵橋区間、河原町通の葵橋～御池通区間の 4 区間を対象とした。

この区間の選定については、京都市内での街路樹植栽本数が最も多い樹種であるイチョウの単一植栽であること、京都市が緑の基本計画において定める緑の軸(京都らしい景観に配慮しながら、街路樹を増やし、小河川の緑化の充実を図るなどしてネットワーク化する緑環境)¹⁾内であることを考慮し、選定した。

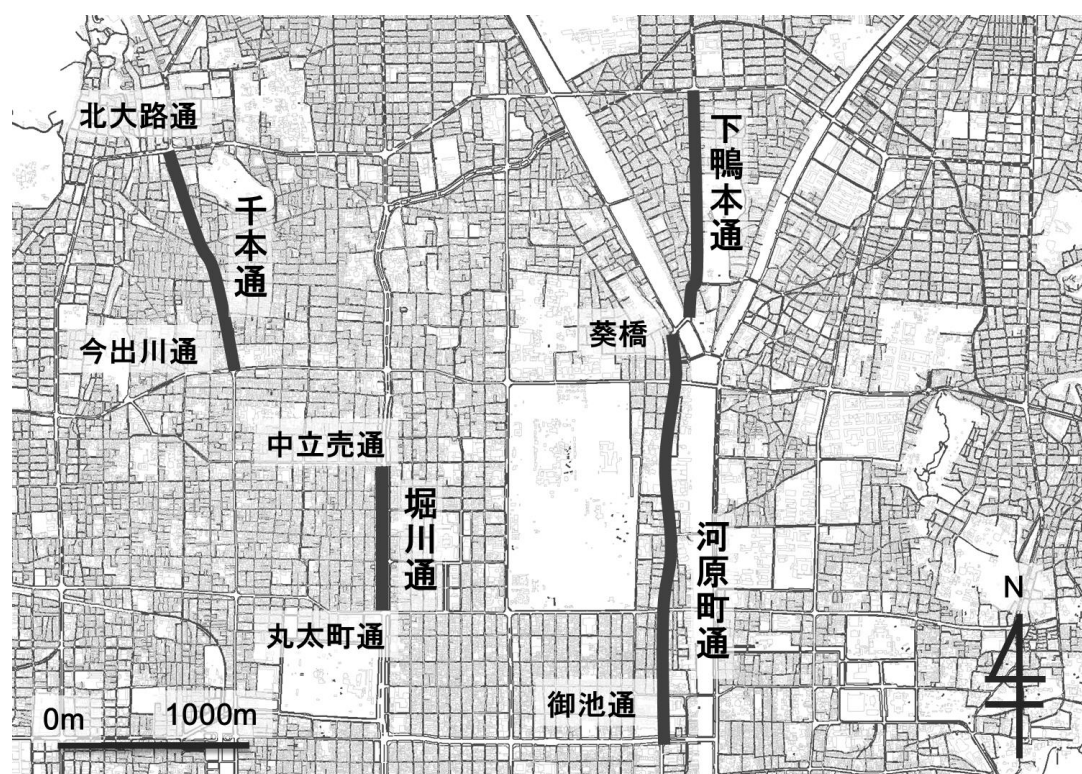


図 2-1 調査対象地（太線表示：調査対象区間）

2-1-2：街路樹の根上がりに対する課題認識調査

2-1-2-1：市民への質問紙調査

街路樹の根上がりに対する市民の課題認識を把握するため、質問紙による調査を行った。

調査は2012年11月から12月に、調査対象通りの沿道に居住または勤務している市民へ質問紙を1,000通配布した。配布方法は、直接の手渡しによって依頼する戸別訪問を基本とし、戸別訪問が出来なかった場合は郵便受けへ投函した。質問紙の回収は、すべて郵送により行った。

課題認識調査の質問項目は表2-1に示したように、街路樹の根上がりに対する認識や歩道の破損原因についての認識、根上がりによって困ったこと、根上がりの印象、改善要望を尋ねる内容を設けた。設問内容は特に本研究で対象としている区間や街路樹に限定せず、一般的な認識として回答してもらった。

表 2-1 街路樹の根上がりに関する市民への質問項目

0	属性					
	性別	年齢	職業	出身地	居住年数	自宅・店舗
1	街路樹のまわりでの、地面のでこぼこを見たことがありますか。					
	<input checked="" type="checkbox"/> よく見かける <input type="checkbox"/> たまに見かける <input type="checkbox"/> 見たことがない					
2	これまで困ったこと、もしくは現在お困りのことはありますか。 (複数回答可)					
	<input type="checkbox"/> つまずいて転倒した <input type="checkbox"/> つまずいた <input type="checkbox"/> 歩きづらい <input type="checkbox"/> 自転車で走りづらい <input type="checkbox"/> 乳母車を押しづらい <input type="checkbox"/> 車いすで動きづらい <input type="checkbox"/> とくにない <input type="checkbox"/> その他					
3	樹木の根によるものであることをご存知でしたか。					
	<input type="checkbox"/> 知っていた <input type="checkbox"/> そうかもしれないと思っていた <input type="checkbox"/> 知らなかった					
4	どのような印象をお持ちですか。(複数回答可)					
	<input type="checkbox"/> 通行時に危険 <input type="checkbox"/> 樹木の生育にわるい <input type="checkbox"/> 見た目がわるい <input type="checkbox"/> とくに気にならない <input type="checkbox"/> その他					
5	改善してほしいことはありますか。(複数回答可)					
	<input type="checkbox"/> 歩道のでこぼこ <input type="checkbox"/> 植樹柵内の保護盤の浮き上がり <input type="checkbox"/> 植樹柵内の保護盤のすべりやすさ <input type="checkbox"/> 狭い植樹柵 <input type="checkbox"/> 街路樹の栄養不足 <input type="checkbox"/> 街路樹の病気 <input type="checkbox"/> 狭い歩道 <input type="checkbox"/> とくにない <input type="checkbox"/> その他					

2-1-2-2：市民の課題認識と根上がり発生状況との関連性

街路樹の根上がりに対する市民の課題認識について、その認識度合いや認識傾向を探るため、調査対象の通りごとの比較を進めた。

調査は、対象の4通りごとに「市民の課題認識」と「日常的に利用すると考えられる各沿道における根上りの現況との関連性」について確認するため、通り別の認識調査結果と通り別の実際の根上がり発生割合を比較した。

街路樹の根上がり発生状況については、2013年、および2014年の5月から7月に調査対象4通りにおけるイチョウを対象に、街路樹周辺の破損箇所の実測調査を行った。調査項目は、植樹枠の縁石のずれや持ち上がりによる隆起、歩道舗装のひび割れや持ち上がりによる隆起^{100)・101)}などの破損部分であり、それらを現地にて全て調べ、データベース化を進めた。なお、縁石のずれなどは植樹枠の四方に生じるが、その破損の程度（長さ・高さ）については、通行者への影響が大きいと考えられる歩道側のみを計測した。実測では、縁石のずれは植樹枠の内側の縁から長さを計測し、縁石の持ち上げは歩道面からの高さを計測した。歩道舗装の持ち上げとひび割れの長さについては植樹枠の外側の縁から長さを計測した。



写真 2-1 歩道舗装の持ち上げによる隆起の例

2-2：結果および考察

2-2-1：市民による街路樹の根上がりに対する課題認識

調査対象 4 通りの沿道に居住，勤務している市民への課題認識調査の結果，回収率は 26.3%（263 通）となった。調査対象 4 通り別の回収率をみると，下鴨本通では 34.4%（55 通），河原町通では 25.6%（105 通），堀川通では 26.1%（30 通），千本通では 23.2%（73 通）となった。属性は，図 2-2 に示したように，男女比は半数ずつであり，60 代からの回答が最も多く，次いで 40 代，70 代からの回答が多い結果であった。職業別では，自営業が 42.2%と最も多い結果を示した。これは，調査対象 4 通り全てが近隣商業地域・商業地域に位置していることが影響していると考えられる。

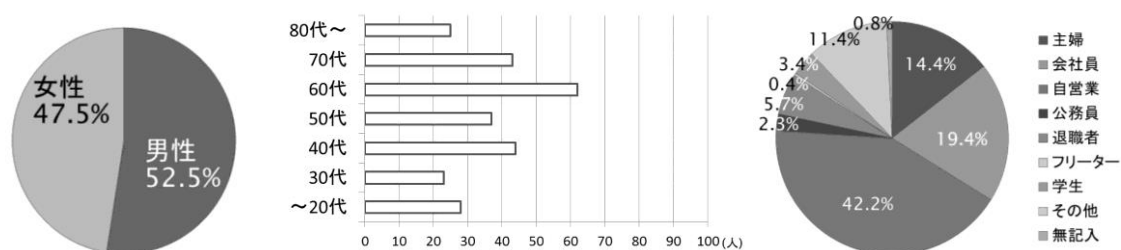


図 2-2 質問紙調査回答者の性別，年齢，職業の構成

図 2-3 から図 2-7 には，街路樹の根上がりに対する認識や歩道の破損原因についての認識，根上がりによって困ったこと，根上りの印象，改善要望など，街路樹の根上がりに関する質問項目への回答結果を示した。

図 2-3 をみると，街路樹の根上がりに対する認識について，「よく見かける・たまに見かける」を合わせて回答者の 90.1%が街路樹周辺の歩道の凹凸を見かけたことがあると回答した。反対に，街路樹周辺の歩道の凹凸を見たことがないという回答は 8.4%，無記入は 1.5%となり，殆どの回答者が街路樹周辺における歩道の破損を日常的に認識していた。

図 2-4 をみると，歩道の破損原因の認識について，街路樹周辺の歩道の凹凸が樹木の根によるものだと認識していたのは全体の 60.8%であり，根による破損の可能性を認識していたのは 25.9%，根による凹凸であることを認識していなかったのは 11.4%，無記入が 1.9%であった。

図 2-5 をみると，この歩道の凹凸による難点としては，「自転車で走りづら

いこと」が 29.7%と最も多く挙げられた。これは、歩道の車道側（街路樹側）に自転車道が設けられる場合が多いことや、凹凸を避けて通らなければならぬこと、車輪が凹凸に乗り上げてしまうことなどの理由であると考えられる。加えて、回答者のうち 29.7%が自転車での走りづらさ、27.0%が歩きづらさを感じており、22.1%が歩道の凹凸によって躓いた経験があった。これらの回答から、日常生活において、市民が街路樹の根上がりによる何らかの難点を体感していることが示唆された。

図 2-6 をみると、根上がりへの印象としては、「通行時の危険性」が 58.6%と最も多く指摘された。次いで、「見た目が良くない」という印象が 34.2%、「樹木の生育にとって良くない」という印象が 19.4%の順に多かった。

図 2-7 をみると、改善の要望としては、歩道の凹凸が 49.0%、植樹柵内に設置されている保護盤の浮き上がりが 27.4%、狭い歩道が 14.8%の順に挙げられた。これらの設問への回答結果より、実際の街路での経験が根上がりに対する印象や改善点の要望につながっていると考えられる。

表 2-2 には、街路樹の周辺の隆起によって困ったこと、根上りの印象、改善してほしい点の各設問に対する自由記述回答を示した。

この表 2-2 に示したように、街路樹の根上がりに対し、「木として自然な姿」や「木の生命力を感じる」といった、特に問題とは感じていないとの意見が挙げられた。また、「お年寄りの方の足元の危うさや、目の不自由な方、車イスなどは大変だと思って見ている」や「乳母車を押しづらい」といった歩行者の安全性や利用面に関する意見、「樹木が哀れ」や「街路樹に適応しないことは人間も植物もかわいそう」といった意見、そのほか景観面に関する意見、管理の仕方に関する意見など、さまざまな内容が挙げられ、課題認識の多様性が示された。

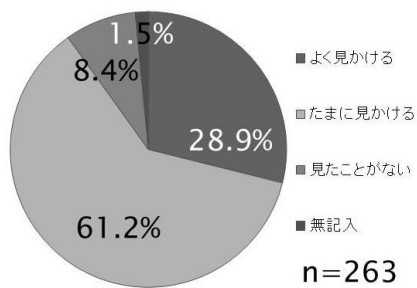


図 2-3 根上がりの認識

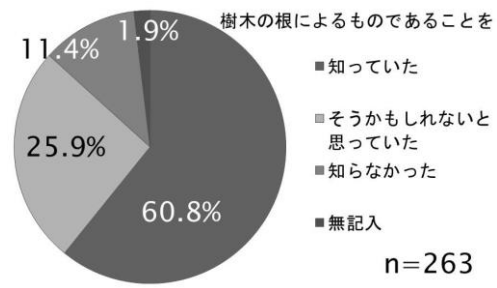


図 2-4 根上がりの原因の認識

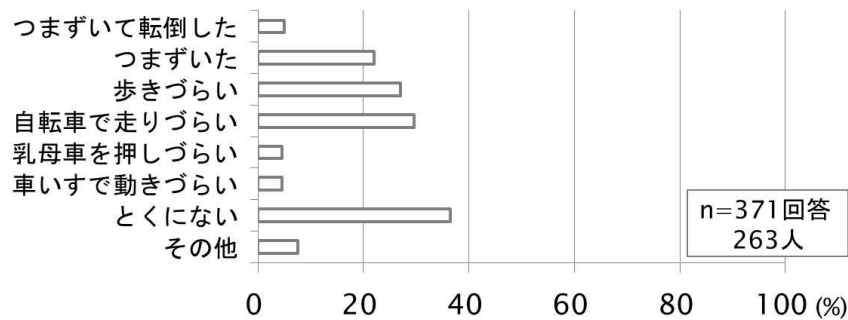


図 2-5 街路樹の根上がりによって困ったこと（複数回答可）

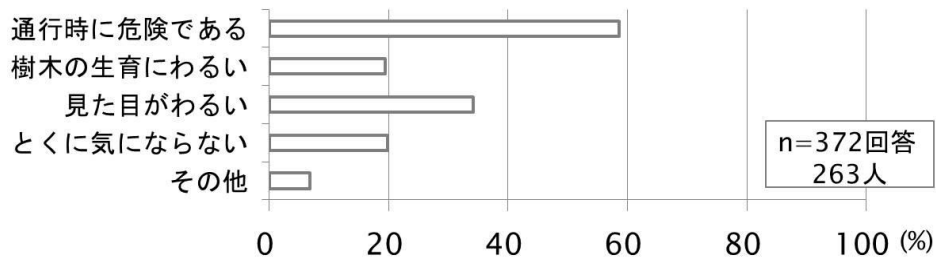


図 2-6 街路樹の根上がりの印象（複数回答可）

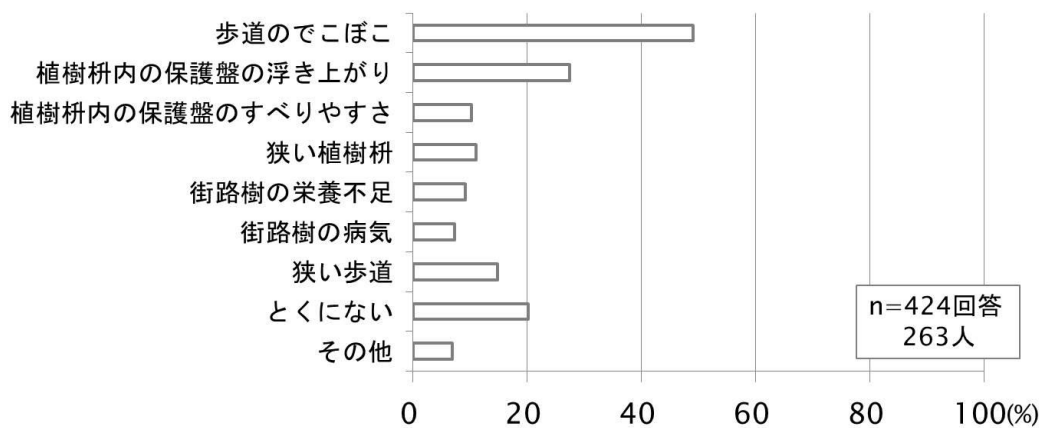


図 2-7 改善してほしい点（複数回答可）

表 2-2 根上がりの難点，印象，改善要望についての自由記述回答

◆街路樹の周りの地面のでこぼこによって、これまで困ったこと、もしくは現在お困りのことはありますか。	通り名
木の根以外の原因(歩道工事の欠陥、地中の液状化など)がある場合判断できない。	河原町
舗装の安全確保上問題があると思う。	下鴨本
車いすは困ると思う。小さい子どもやお年寄りも困る。	河原町
お年寄りの足元の危うさや、目の不自由な方、車イス等は大変だと思って見えています。	河原町
危険です	下鴨本
自転車で転倒した	河原町
自転車でコンクリート枠に車輪が乗って転倒したことがある	河原町
店の前での転倒は印象が悪い	千 本
路面が汚らしい	下鴨本
根が家の下に入り込む心配がある。倒れた時家が心配。	下鴨本
街路樹に適応しない事は人間も植物もかわいそうなので、根っ子も含めた考え方で木を選べる人選が必要	千 本
その他（8人）	
◆街路樹のまわりの地面のでこぼこについて、どのような印象をお持ちですか。	通り名
木の生命力を感じる	下鴨本
木として自然な姿です	千 本
生命力を感じ、よいのでは	千 本
自然の姿	堀 川
銀杏の木の特異な生長なのですか？（特質ですか？）	下鴨本
(保護盤など)浮いている程度によろしいと思います	下鴨本
仕方がない	下鴨本
市に連絡して善処してもらった	千 本
足の悪い方や目の悪い方には安全だとは思えない	下鴨本
足の不自由な方等に不便	河原町
障がい者には不都合ではある	下鴨本
乳母車を押しづらい	河原町
色んな意味で良くないと思う	河原町
樹木が哀れ	千 本
なぜ整備されないのか不可解	下鴨本
落ち葉の多い時期（今）掃除しにくい	河原町
自宅下に入り込む事による影響が心配	下鴨本
街路樹を選ぶ人のセンスが問われる。根に必要な土の量を解らないで樹を選んでいるのか、予算で選んでいるのか？	千 本
◆街路樹のまわりの地面部分について、改善してほしいことはありますか。	通り名
自然として受けとめたら	千 本
樹根を大切にしてほしい	下鴨本
改良の必要があるようです	下鴨本
保護盤の工夫(デザインも含めて)	下鴨本
自転車、歩行者用通路を確保してほしい	河原町
その他（14人）	

2-2-2：市民の課題認識と根上がり発生状況との関連性

表 2-3、表 2-4、図 2-8 は、街路樹の根上がりに対する市民の課題認識と実際の根上がり発生状況との関連性を確認するため、調査対象通りごとの環境構成と街路樹の根上がり調査を行った結果を示したものである。

また、図 2-9 から図 2-12 は、市民への課題認識調査の結果を調査対象通りごとに示したものである。

まず基礎情報として、表 2-3 に示した各区間の環境構成をみると、平均歩道幅員が最も広い通りは 5.2m の堀川通、次いで 3.8m の河原町通、3.5m の下鴨本通、最も平均歩道幅員が狭い通りは 3.0m の千本通である。街路樹の植樹柵の大きさについては、奥行方向の平均植樹柵幅員が最も広いのは 108.7cm の堀川通、次いで 105.0cm の千本通、88.1cm の河原町通、最も平均植樹柵幅員が狭いのは 80.1cm の下鴨本通である。歩道幅員、植樹柵幅員ともに最も広い環境は堀川通である。各区間に植栽された街路樹の平均胸高周囲長が最も大きい通りは 91.8cm の千本通であり、次いで 87.8cm の下鴨本通、83.0cm の河原町通、76.3cm の堀川通となっている。

図 2-8 をみると、最も根上がり発生割合の高い区間は、53.5%の下鴨本通と 52.6%の千本通であり、次いで 30.6%の河原町通、20.0%の堀川通という順であった。植樹柵の縁石の隆起などは車道側や歩道に対して平行方向へも生じるが、通行者へ影響の大きい歩道側への根上がりに着目すると、下鴨本通での根上がり発生割合が 24.3%と最も高く、次いで河原町通が 19.3%、千本通が 12.8%、そして最も発生割合が低かった区間は堀川通で 0.5%であった。

表 2-4 に示した破損状態別の根上がり発生割合については、歩道側への縁石の隆起が最も多く発生している通りは 35.1%の下鴨本通、次いで 19.8%の河原町通であり、7.7%の千本通と 2.9%の堀川通は発生割合が比較的低かった。縁石のずれは河原町通において 0.8%のみ確認されたが、他の通りでは破損がみられなかった。歩道舗装の隆起が最も多く発生している通りは、26.7%の下鴨本通、次いで 13.4%の河原町通であり、4.8%の堀川通と 4.1%の千本通は発生割合が比較的低かった。舗装の隆起は、最大長さが 1m を超える箇所もみられた。歩道舗装のひび割れが最も多く発生している通りは 24.3%の下鴨本通が突出しており、千本通では 0.5%、河原町通では 0.3%、堀川通では破損がみられなかった。

図 2-9 をみると、街路樹周辺の歩道の凹凸をよく見かけるといふ回答は下鴨本通が 43.6%と最も高い割合であった。これは、調査対象通りごとの根上がり発生割合を示した図 2-8 の、下鴨本通における発生割合が 53.5%と最も高い結果と併せると合致する結果といえる。根上がり発生割合が 20.0%と最も低い堀川通では、よく見かけるといふ回答割合についても最も低い結果であった。

図 2-10 をみると、街路樹周辺の歩道の凹凸によって躓いた経験や転倒した経験、乳母車を押しづらいといふ経験が最も多い通りは下鴨本通であった。歩きづらさについては、千本通と堀川通からの回答割合が高い結果であり、表 2-3 の千本通の環境構成をみると、調査対象 4 通りのうち最も歩道幅が狭いこと、他の 3 通りと比べて道路勾配が大きいことが影響しているものと考えられた。堀川通での回答に関しては、堀川沿道以外における経験からの回答であると推察された。自転車で走りづらいといふ回答割合は、千本通、下鴨本通および河原町通において同程度の結果であった。歩道の凹凸によって困った経験が特にないといふ回答は、堀川通が最も高い結果であった。

表 2-1 に示した質問項目 3 の歩道の凹凸の要因に関する認識については、通りごとに特徴的な差はみられなかった。

図 2-11 をみると、通行時に危険といふ印象と見た目が良くないといふ印象は、いずれも下鴨本通の回答割合が 65.5%、45.5%と最も高い値であり、次いで千本通が 60.0%、38.6%、河原町通が 58.1%、31.4%、堀川通が 50.0%、16.7%の順であった。樹木の生育にとって良くないといふ印象は下鴨本通および河原町通、堀川通がいずれも 20.0%、千本通が 18.6%と 4 通りともに同程度であり、特に気にならないといふ印象は堀川通の回答割合が 26.7%と最も高かった。

図 2-12 の改善してほしい点について、調査対象通りそれぞれの結果をみると、歩道の凹凸を改善してほしいといふ回答割合は下鴨本通が 65.5%と最も高く、次いで河原町通が 50.5%、千本通が 45.7%、堀川通が 26.7%の順であった。これは、図 2-8 に示した通り別にみた歩道側の根上がり発生割合の順番と対応している。植樹柵内に設置されている保護盤の浮き上がりと保護盤の滑りやすさについては、保護盤の設置が他の通りに比べて多い千本通で回答割合が 45.7%、24.4%と高い結果であった。狭い植樹柵と狭い歩道を改善してほしいといふ回答は堀川通りからの回答割合が 16.7%、23.3%と高く、次いで下鴨本通が

12.7%, 18.2%, 河原町通が 10.5%, 12.4%, 千本通が 8.6%, 12.9%の順であった。図 2-12 をみると、堀川通においては、沿道住民からの具体的な改善要望は比較的少ない結果であった。これは、表 2-3 に示したように堀川通が調査対象区間のなかで最も歩道幅員が広い環境であるためであると考えられ、沿道住民は市内の街路全般についての要望を寄せたものと思われる。

これらの結果から、根上がり発生割合が比較的高い通りでは、より直接的かつ具体的な点に改善要望が寄せられたといえる。また、根上がり発生割合が比較的低い通りでは、植樹柵や歩道の広さなど、総合的な改善要望が寄せられたと推察された。

表 2-2 をみると、千本通では根上がりがある程度発生しているにもかかわらず、樹木に対して「生命力を感じる、樹木が衰れ」といった肯定的な印象が他の通りに比べて比較的多く見られた。その一方、下鴨本通と河原町通では肯定的な印象が少ない結果であった。表 2-4 に示した根上がりの発生形態をみると、下鴨本通と河原町通では通行時に直接的な障害となる歩道舗装の隆起が比較的多く発生しており、これが自由記述回答の意見の差異につながっているとも考えられた。

以上の結果より、通りごとの実際の根上がり発生割合と沿道住民の根上がりに対する課題認識度に関連性がみられたことから、沿道住民の主な生活圏と考えられる通りの環境ごとに、街路樹の根上がりが認識されていることが示唆された。表 2-4 に示した舗装の持ち上がりの最大長さをみると、1m 以上の値もみられ、歩道幅員の約 3分の2に達している箇所もあることが明らかになった。舗装の持ち上がりは、既往報告^{100)・101)・103)}でも示されているように隆起の高さの程度が歩行空間の安全性へ最も影響すると考えられる。まだ比較的小さな根上がりがみられる箇所も、今後隆起が大きくなっていき、破損が拡大していくと言われている。本調査区間においても同様の可能性が高いと考えられた。

表 2-3 調査対象区間の環境構成・街路樹本数・平均胸高周囲長

通名	千本通	堀川通	下鴨本通	河原町通
平均歩道幅員	3.0m(0.5m)	5.2m(0.9m)	3.5m(1.5m)	3.8m(0.8m)
平均植樹幅員	105cm(0.0cm)	108.7cm(22.5cm)	80.1cm(1.8cm)	88.1cm(13.8cm)
沿道用途地域	近隣商業・商業	商業	近隣商業・商業	近隣商業
街路樹本数	196本	105本	202本	379本
平均植栽間隔	7.8m(1.7m)	9.7m(3.1m)	10.1m(6.5m)	7.8m(2.1m)
平均胸高周囲長	91.8cm(18.8cm)	76.3cm(25.7cm)	87.8cm(23.9cm)	83.0cm(25.5cm)

※ (): 標準偏差

表 2-4 破損状態別の根上がり発生割合 (歩道側)

通名	千本通	堀川通	下鴨本通	河原町通
縁石持ち上がり	7.7%【15】	2.9%【3】	35.1%【71】	19.8%【75】
縁石ずれ	0.0%【0】	0.0%【0】	0.0%【0】	0.8%【3】
舗装持ち上がり	4.1%【8】	4.8%【5】	26.7%【54】	13.4%【51】
(長さ: 最大値)	1.0m	1.7m	1.1m	1.0m
舗装ひび割れ	0.5%【1】	0.0%【0】	24.3%【49】	0.3%【1】

※ 【 】: 本数

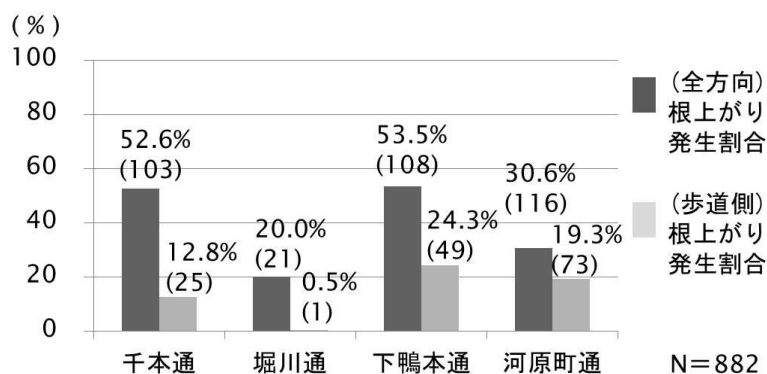


図 2-8 各対象区間における根上がり発生割合

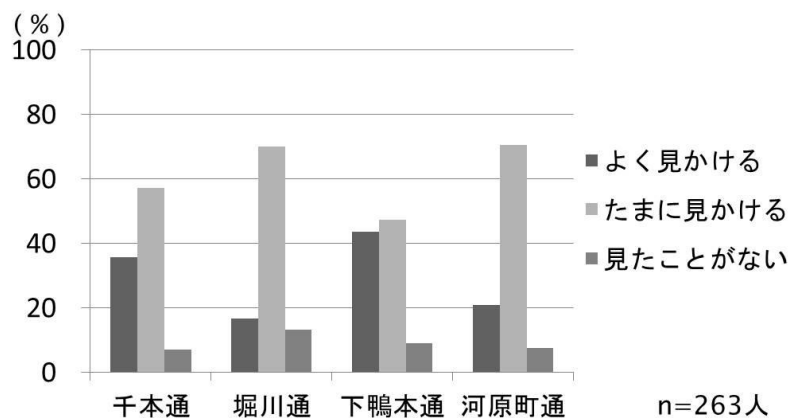


図 2-9 各対象区間の街路樹の根上がりに対する認識

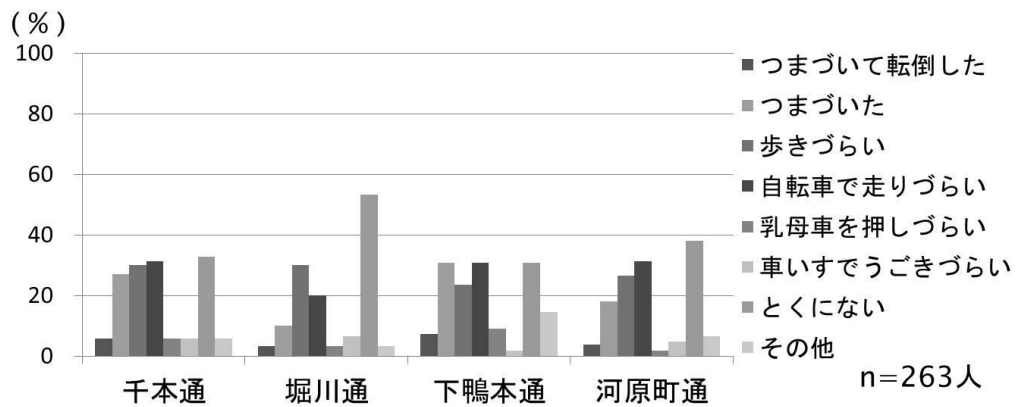


図 2-10 各対象区間の街路樹の根上がりによる難点

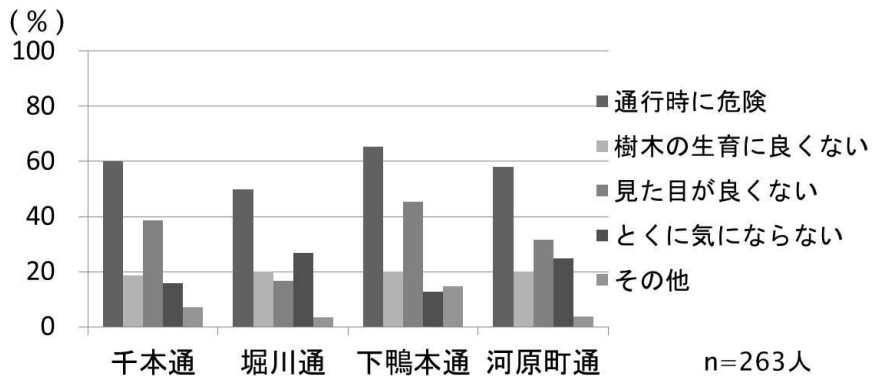


図 2-11 各対象区間の街路樹の根上がりへの印象

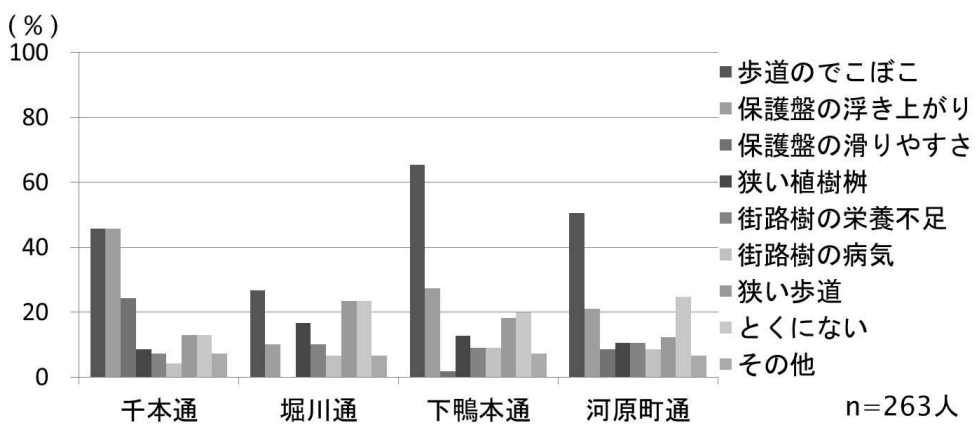


図 2-12 各対象区間の街路空間への改善要望

2-3：まとめ

本章 2-2-1 では、街路樹の根上がりに対する市民の課題認識を全体的に把握し、2-2-2 では、街路樹の根上がりに対する市民の課題認識と実際の根上がり発生状況との関連性を確認するため、調査対象通りごとの課題認識と通りごとの街路樹の根上がり発生状況の結果を示した。

まず、全体の認識度に関しては、回答者の 90.1%から街路樹の根上りを「よく見かける・たまに見かける」という回答があり、回答者の 60.8%から街路樹周辺の「歩道の凹凸が樹木の根によるものだと認識している」という回答があった。

街路樹の根上がりによる歩行空間の難点としては、「自転車で走りづらいこと」が 29.7%と最も多く挙げられ、27.0%が歩きづらさを感じており、22.1%が歩道の凹凸によって躓いた経験があった。既往研究¹⁰⁴⁾においては、自転車の走行中に段差に乗り上げ転倒し骨折する事故が発生する場合もあり、早急な対策が必要であると指摘されている。根上がりへの印象としては、「通行時の危険性」が 58.6%と最も多く指摘され、次いで「見た目が良くない」、「樹木の生育にとって良くない」という印象が順に多かった。これらの回答結果から、日常的に街路樹周辺の歩道部分の破損や樹木の状態を目にしており、歩行空間としての難点を実際に体感していることが示唆された。

全体の改善要望としては、「歩道の凹凸を改善してほしい」という要望が 49.0%、次いで「植樹柵内に設置されている保護盤の浮き上がり」、「狭い歩道」などに関する要望が順に挙げられた。また、街路樹の根上がりによる歩道部の破損は歩行者や自転車の通行の妨げになっている箇所もあり、「縁石や舗装の隆起といった歩道環境の改善が必要である」という要望が挙げられた。これらの回答結果から、実際の通りでの経験が街路樹の根上がりに対する印象や改善点の要望につながっていると考えられる。

つづいて、調査対象通りごとの認識度と実際の根上がりの発生状況との関連性に関しては、「街路樹周辺の歩道の凹凸をよく見かける」という回答が下鴨本通において 43.6%と最も高い割合であった。これは、下鴨本通における実際の根上がり発生割合が 53.5%と最も高いことと合致する結果であり、他の通りについても「よく見かける」という回答割合の順と実際の根上がり発生割合の順

が対応する結果であった。根上がり発生割合が 20.0%と最も低い堀川通では、「よく見かける」という回答割合も最も低い結果であった。

通りごとにみた改善要望は、「歩道の凹凸を改善してほしい」という回答割合が下鴨本通において 65.5%と最も高く、次いで河原町通、千本通、堀川通の順であり、これは歩道側の根上がり発生割合の順と対応している結果であった。植樹柵内の保護盤の浮き上がりなどについては、保護盤の設置が他の通りに比べて多い千本通で回答割合が 45.7%と高い結果であった。狭い植樹柵と狭い歩道を改善してほしいという回答は堀川通りからの回答割合が 16.7%, 23.3%と高い結果であった。これらの要望内容を確認していくと、根上がり発生割合が比較的高い通りではより直接的で具体的な点に改善要望が寄せられ、根上がり発生割合が比較的低い通りでは、植樹柵や歩道の広さなど総合的な改善要望が寄せられていた。

このほか、実際に街路樹周辺の「歩道の凹凸によって躓いた経験」や「転倒した経験」、「乳母車を押しづらいという経験」、「通行時に危険という印象」、「見たい目が良くないという印象」の回答割合は、いずれも下鴨本通において最も高い結果であった。加えて、下鴨本通の自由記述回答の内容は、他の通りと比較すると肯定的な印象が少ないという結果もみられた。実際の根上がりの発生形態をみてみると、下鴨本通では、通行時に直接的な障害となる歩道舗装の隆起と歩道舗装のひび割れが比較的多く発生しており、これが自由記述回答の意見の差異につながっていると考えられた。

全体の回答結果からは歩道の隆起や破損に対する認識度が高く、街路樹の根上がりが歩道の隆起の原因として認識されていることが明らかになり、通り別の回答結果からは根上がり発生割合の高い通りにおいて認識度が高く、改善要望やより具体的な点への意見が多いという傾向が明らかになった。

本調査を通して、沿道住民の主な生活圏と考えられる通りの環境が課題認識と関連していることが示唆され、主要沿道に住む市民から街路樹の根上がりという現状が街路空間における一課題として認識されていることが明らかとなったといえる。

加えて自由記述回答では、歩道空間としての視点のみではなく、街路樹に対して、「自然として受けとめる,木の生命力を感じる,樹根を大切にしてほしい」

といった意見が挙げられた。今後の街路樹整備にあたって、人々の利用空間としての側面と緑の生育空間としての側面を踏まえた上でのそれぞれの調整が必要である。

第 3 章

街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について

第3章 街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について

3-1：街路樹の根上がりの発生状況について

3-1-1：研究方法

3-1-1-1：調査対象通り

調査対象通りの位置図を図3-1に示した。調査対象通りは、西側より西大路通、千本通、堀川通、烏丸通、下鴨本通・河原町通、東大路通、白川通の計7本の京都市中心部を南北に伸びる主要通りとした。

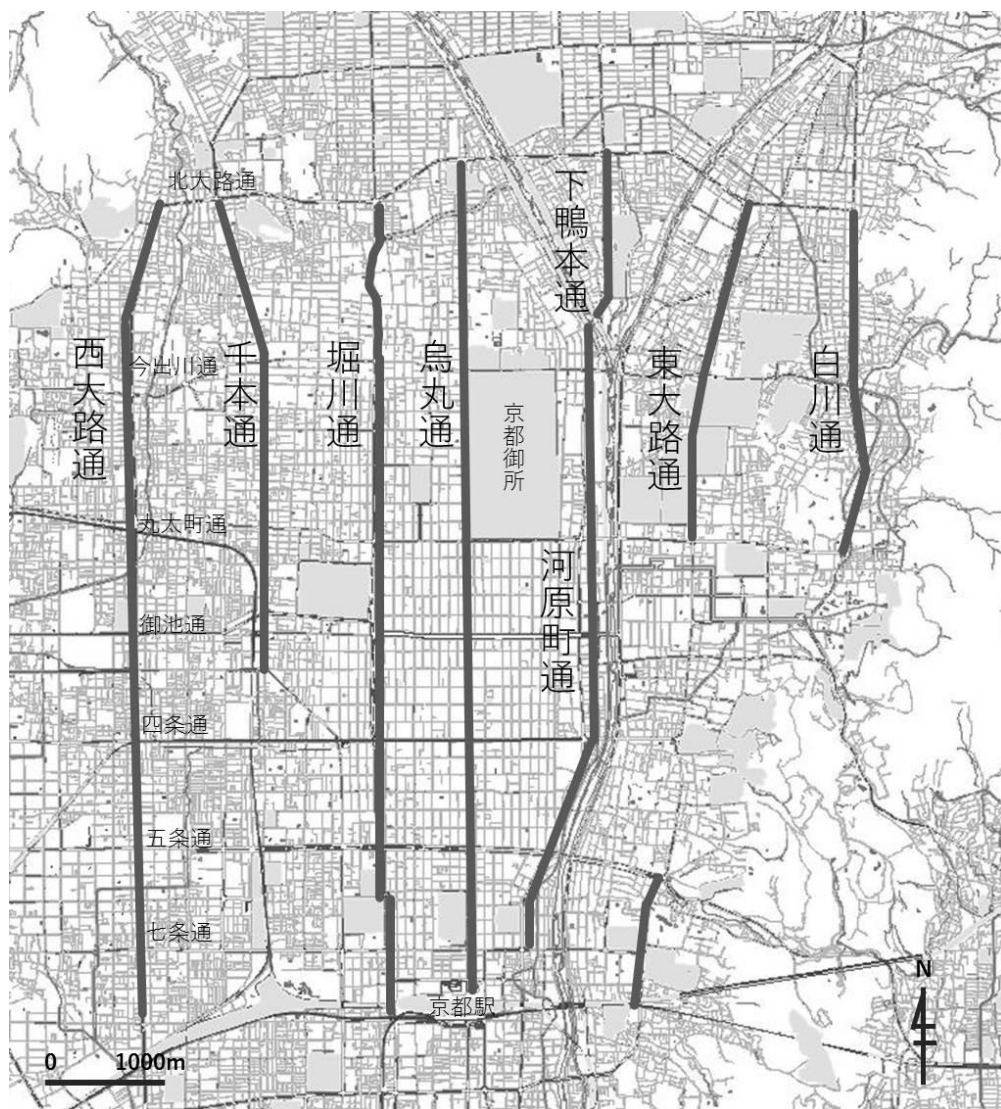


図3-1 調査対象通り（太線表示：調査対象区間）

3-1-1-2 : 調査対象樹種

本研究では京都市の約5万本ある街路樹の中で上位2種¹¹⁹⁾であるイチョウ (*Ginkgo biloba* L.) とトウカエデ (*Acer buergerianum* Miq.), そして京都における初めての近代的な街路樹として植栽され、現在再び新植が行われている¹¹⁹⁾ユリノキ (*Liriodendron tulipifera* L.) の3種の陽樹を分析対象の街路樹種とした。最新樹木根系図説^{123)・124)}を参考に、イチョウとトウカエデ、ユリノキのそれぞれの根系の特徴をまとめ、表3-1に示した。

写真3-1に示したイチョウ(銀杏)は中国原産のイチョウ科の樹木であり、生きた化石とも呼ばれる。イチョウはIUCNのレッドリストのなかで、絶滅危惧IB類(Endangered・EN)に指定されている¹²⁵⁾が、国内ではこれに該当していない。トウカエデ(唐楓)は、中国原産のカエデ科の樹木であり、萌芽力に優れ、秋の紅葉が美しい。ユリノキは、アメリカ中部原産のモクレン科の樹木であり、ハンテンボクとも呼ばれ、初夏に花をつける。

表3-1 調査樹種の根系の形態^{123)・124)}

樹種	イチョウ	トウカエデ	ユリノキ
根系形態	中・大径の 斜出根・垂下根型	大径の 斜出根・垂下根型	中・大径の 斜出根・垂下根型
垂直分布	深根型	浅根型	深根型
水平分布	中間型	中間型	中間集中型
分岐	多岐型	中間型	疎放型
細根の太さ	肥厚型	繊細型	肥厚型
根系型	イチョウ型	ブナ型	ユリノキ型



イチョウ



トウカエデ



ユリノキ

写真3-1 調査対象樹種

3-1-1-3：調査方法および解析方法

街路樹の根上がり発生状況を把握するため、調査対象通りにおいて縁石や歩道舗装に破損が生じている街路樹の本数を現地調査した。写真3-2と写真3-3に実測調査の様子と根上がりが発生している街路樹の例を示した。

根上がりの種類は、「根元の上根部分が植樹柵からあふれ出しているもの」、植樹柵の「縁石がずれているもの」、「縁石が持ち上がっているもの」、歩道の「舗装がひび割れているもの」、「舗装が持ち上がっているもの」の5種が確認された。本研究では根元のあふれ、縁石のずれ・持ち上げ、歩道のひび割れ・持ち上げ¹⁰⁰⁾などの各種を総称して根上がりと定義した。

破損部分の実測では、根元のあふれ出しと縁石のずれは植樹柵の内側の縁から長さを計測し、縁石の持ち上げは歩道面からの高さを計測した。歩道舗装の持ち上げとひび割れの長さについては植樹柵の外側の縁から長さを計測した。樹木の基本情報として街路樹の胸高周囲長（高さ120cmにおける幹周長さ）も計測した。現地調査は2013年5月から7月にかけて行った。

なお、低木の植え込みが繁茂している箇所や看板類の設置により実測が困難であった箇所は調査対象から除外した。

また、以前同じ場所に植樹されていた街路樹の根上がりによる破損箇所が補修されていない場合などもあるため、平成19年京都市街路樹台帳¹²⁶⁾に記録された街路樹の胸高周囲長と樹種を確認し、「平成19年の周囲長 \geq 平成25年の周囲長」の街路樹、および樹種の異なるものは調査対象から除外した。すなわち、平成20年以降に新しく植樹された街路樹が除外されている。

本研究では、現地調査で得られたデータを地理情報システム（Geographic Information System, 以下、GIS）により、全てデジタルデータとして作成した。街路の基盤となるデータは、国土地理院発行の「数値地図2,500」¹²⁷⁾であり、詳細な地理情報については現地踏査により確認、補完をし、基盤データを作成した。なお、GISのソフトウェアは、ESRI社製のArc GIS（Arc View 10.0, 10.4）である。

実測調査ののち、調査対象範囲の全ての街路樹の位置と根上がりの各項目をGIS上にてポイントデータとして入力した。入力したポイントデータをもとに、根上がりが発生している街路樹を標本点とし、その分布をカーネル密度（Kernel

Density)¹²⁸⁾ を用いて可視化した。GIS を用いた街路樹に関する既往研究としては、市川ら⁸⁴⁾ の東京 23 区におけるハナミズキの植栽場所の空間的特徴と時間的変化に関する研究などがあるが、本研究ではカーネル解析をすることによって、根上がりの発生している街路樹の分布密度を把握し、視覚化した。



写真 3-2 実測調査の様子



歩道舗装のひび割れ・根元のおふれ出し



歩道舗装・縁石の持ち上げ・ずれ・ひび割れ



根元のおふれ出し



根元のおふれ出し・縁石の持ち上げ・ずれ

写真 3-3 街路樹の根上がりの例

3-1-2：結果および考察

3-1-2-1：調査対象樹種別の根上がり発生割合

調査対象とした3樹種は3,344本であり、有効樹木調査数は2340本(70.0%)となった。そのなかでイチヨウが1,831本と最も多く、次いでトウカエデが345本、ユリノキは164本であった。

各3樹種について胸高周囲長別の根上がり発生割合を図3-2に示した。この図から、イチヨウは周囲長90cmまでは周囲長が大きくなるほど根上がりの発生する割合が高くなり、90cmを超えると割合が一定になる傾向がみられた。トウカエデは周囲長が大きくなるほど根上がりの発生する割合が高くなる傾向がみられ、ユリノキは同様の傾向がみられるものの、周囲長の増加に伴う根上がり発生割合の増減にばらつきがみられた。

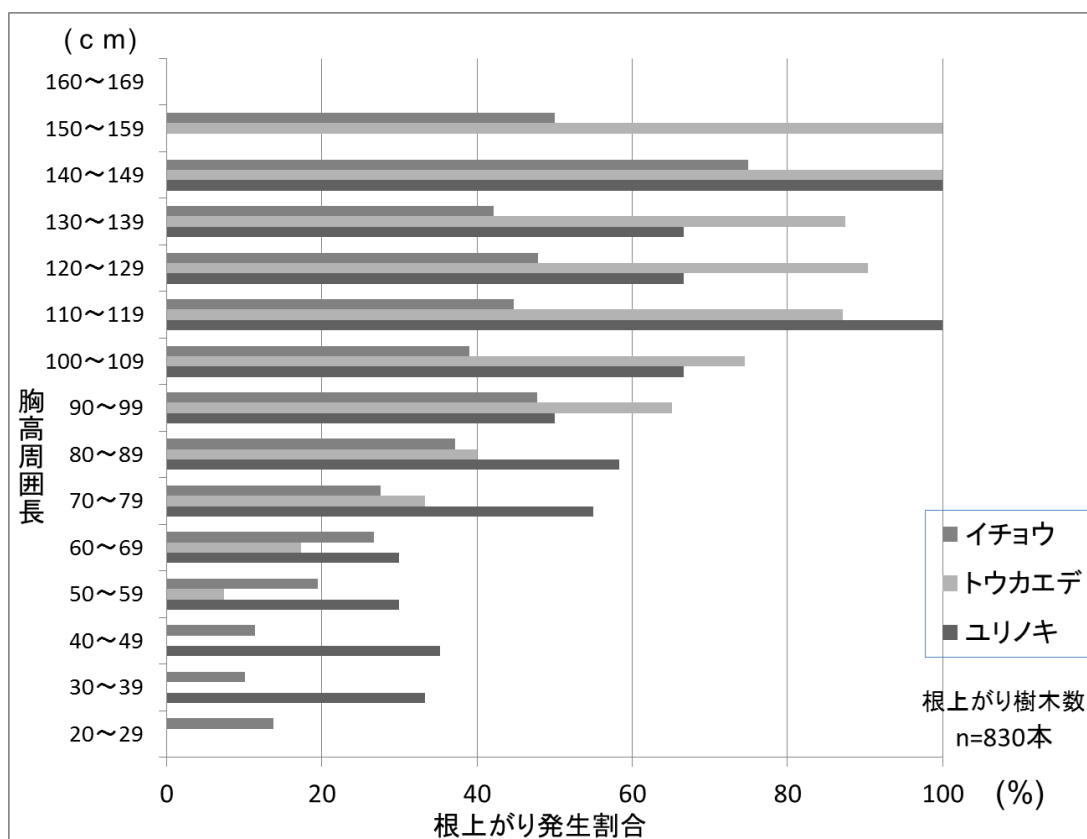


図 3-2 樹種別，周囲長別の根上がり発生割合

調査対象とした街路樹全体の平均周囲長を図 3-3 に示し、歩道のひび割れなどの各項目の根上がり発生割合を図 3-4 に示した。図 3-3 をみると、本調査におけるイチョウの全体の平均周囲長は 80.7cm，トウカエデは 87.0cm，ユリノキは 64.0cm であった。図 3-4 に示した調査対象とした街路樹全体の歩道側への根上がり発生割合については、イチョウの街路樹全体の歩道舗装のひび割れ発生割合が 0.7%，トウカエデでは 11.6%，ユリノキでは 16.5% であった。イチョウの歩道舗装の持ち上げ発生割合は 7.7%，トウカエデでは 27.5%，ユリノキでは 9.8% であった。イチョウの縁石のずれの発生割合は 1.9%，トウカエデは 23.5%，ユリノキは 1.8% であり，イチョウの縁石の持ち上げ発生割合は 12.3%，トウカエデが 26.7%，ユリノキが 14.6% であった。根元のあふれ出し発生割合をみると，イチョウが 0.8%，トウカエデが 16.5%，ユリノキが 0.6% という結果であった。各項目の重複を除いた根上がり発生割合の合計（歩道側以外の根上がりを含む）をみると，イチョウは 32.2%，トウカエデは 50.1%，ユリノキは 40.9% であった。このことから，総じて根上がりが発生している現状が明らかとなり，なかでもトウカエデの根上がりの発生は半数に上っていた。

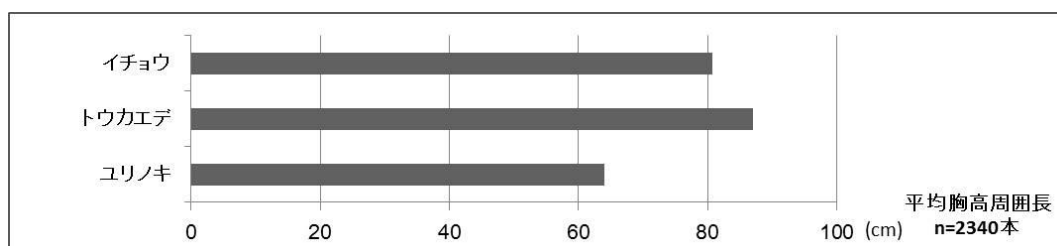


図 3-3 調査対象樹種別の平均胸高周囲長

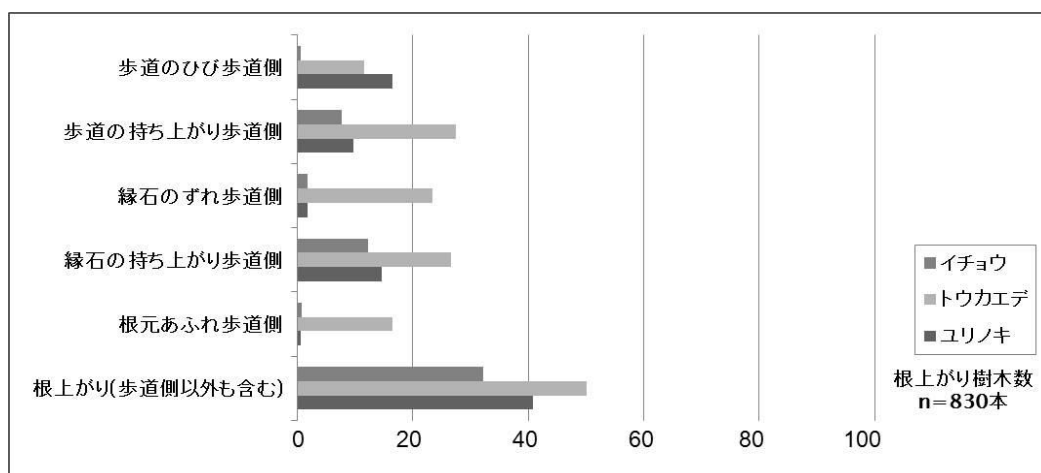


図 3-4 調査対象樹種別の根上がり発生割合

3-1-2-2：調査対象通り別の根上がり発生割合

各調査対象通りにおける根上りの種類別の発生割合を表3-2に示し、各通りにおける街路樹調査総数および根上がり樹木数、樹種別内訳を表3-3に示した。表3-2、表3-3に記載した根上りの欄は各状態間の重複を除いた合計数を意味している。また、根上りの欄は歩道側のみでなく、植樹柵の四方に何らかの根上がりが生じているものの合計数であり、根元のあふれ、縁石の持ち上げ、縁石のずれ、歩道舗装の持ち上げ、歩道舗装のひび割れの個別項目欄については歩道側方向のみの記録となっている。

表3-2、表3-3をみると、樹種を問わず、根上がりが生じている街路樹の割合が高い通りは、西大路通東側の55.6%（94本）、次いで千本通西側の49.4%（44本）、西大路通西側の44.9%（79本）であった。これに対して、根上がりが生じている街路樹の割合が低い通りは東大路通西側の9.4%（11本）、次いで堀川通東側の14.7%（10本）、堀川通西側の15.0%（22本）であった。

表3-2をみると、根上りの個別項目について、根元のあふれ出しが最も多く発生している通りは西大路通東側の20.1%（34本）、同じく西大路通西側の13.1%（23本）であった。縁石の持ち上げが最も多く発生している通りは西大路通東側の29.0%（49本）、次いで西大路通西側の24.4%（43本）、下鴨本通・河原町通西側の23.0%（82本）であり、縁石のずれが最も多く発生している通りは西大路通東側の25.4%（43本）、次いで西大路通西側の21.6%（38本）であった。歩道舗装の持ち上げについては、最も多く発生している通りは西大路通東側の28.4%（48本）、次いで西大路通西側の26.7%（47本）、下鴨本通・河原町通東側の15.8%という結果であり、歩道舗装のひび割れが最も多く発生している通りは西大路通東側の13.0%（22本）、次いで西大路通西側の10.2%（18本）、烏丸通西側の10.0%（25本）であった。

表3-3をみると、イチョウが植栽されている通りのうち、最も根上がり発生割合が高い通りは千本通西側の49.4%（44本）、次いで下鴨本通・河原町通東側の44.6%（144本）、下鴨本通・河原町通西側の42.9%（153本）、千本通東側の42.0%（47本）、白川通東側の41.7%（48本）、白川通西側の36.5%（35本）であった。トウカエデの根上がり発生割合は西大路通東側で55.6%（94本）、ユリノキの根上がり発生割合は烏丸通西側で55.1%（43本）であった。

表 3-2 各通りにおける根上がりの種類別の発生割合

通り名	東西	根上がりの種類別の割合と本数：％（本数）						平均周囲長： （cm） 平均 ±標準偏差
		根上がり計 （各種類間の 重複を除く）	根元あふれ	縁石持上げ	縁石ずれ	歩道持上げ	歩道ひび	
西大路	東側	55.6 (94)	20.1 (34)	29.0 (49)	25.4 (43)	28.4 (48)	13.0 (22)	91.0±31.3
	西側	44.9 (79)	13.1 (23)	24.4 (43)	21.6 (38)	26.7 (47)	10.2 (18)	83.2±30.8
千本	東側	42.0 (47)	0.0 (0)	12.5 (14)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	90.5±21.5
	西側	49.4 (44)	10.1 (9)	0.0 (0)	0.0 (0)	6.7 (6)	1.1 (1)	85.0±24.6
堀川	東側	14.7 (10)	0.0 (0)	4.4 (3)	0.0 (0)	5.9 (4)	0.0 (0)	69.0±34.2
	西側	15.0 (22)	0.0 (0)	0.7 (1)	2.0 (3)	1.4 (2)	0.0 (0)	82.9±29.2
烏丸	東側	35.4 (67)	0.0 (0)	14.8 (28)	1.1 (2)	3.7 (7)	1.1 (2)	65.3±26.2
	西側	21.3 (53)	0.4 (1)	6.4 (16)	0.4 (1)	5.2 (13)	10.0 (25)	68.3±25.5
下鴨本 河原町	東側	44.6 (144)	0.6 (2)	22.6 (73)	4.3 (14)	15.8 (51)	0.3 (1)	85.6±24.4
	西側	42.9 (153)	1.1 (4)	23.0 (82)	2.2 (8)	13.4 (48)	0.3 (1)	87.9±22.4
東大路	東側	17.3 (23)	0.0 (0)	6.0 (8)	1.5 (2)	9.8 (13)	0.0 (0)	56.2±14.0
	西側	9.4 (11)	0.0 (0)	4.3 (5)	0.9 (1)	1.7 (2)	2.6 (3)	53.1±12.8
白川	東側	41.7 (48)	0.0 (0)	7.8 (9)	2.6 (3)	3.5 (4)	0.9 (1)	100.2±17.7
	西側	36.5 (35)	0.0 (0)	11.5 (11)	3.1 (3)	7.3 (7)	5.2 (5)	103.9±21.7

表 3-3 各通りにおける調査対象街路樹全数および根上がり街路樹数

通名	東西	区分	3 樹種 ％（本数）	本数の樹種別内訳：割合 Ⅰ（本数）		
				イチョウ	トウカエデ	ユリノキ
西大路	東側	全数	(169)	(0)	(169)	(0)
		根上がり木	55.6 (94)	0 (0)	55.6 (94)	0 (0)
	西側	全数	(176)	(0)	176	(0)
		根上がり木	44.9 (79)	0 (0)	44.9 (79)	0 (0)
千本	東側	全数	(112)	(112)	(0)	(0)
		根上がり木	42.0 (47)	42.0 (47)	0 (0)	0 (0)
	西側	全数	(89)	(89)	(0)	(0)
		根上がり木	49.4 (44)	49.4 (44)	0 (0)	0 (0)
堀川	東側	全数	(68)	(68)	(0)	(0)
		根上がり木	14.7 (10)	14.7 (10)	0 (0)	0 (0)
	西側	全数	(147)	(147)	(0)	(0)
		根上がり木	15.0 (22)	15.0 (22)	0 (0)	0 (0)
烏丸	東側	全数	(189)	(103)	(0)	(86)
		根上がり木	35.4 (67)	41.7 (43)	0 (0)	27.9 (24)
	西側	全数	(249)	(171)	(0)	(78)
		根上がり木	21.3 (53)	5.8 (10)	0 (0)	55.1 (43)
河下 原鴨 町本	東側	全数	(323)	(323)	(0)	(0)
		根上がり木	44.6 (144)	44.6 (144)	0 (0)	0 (0)
	西側	全数	(357)	(357)	(0)	(0)
		根上がり木	42.9 (153)	42.9 (153)	0 (0)	0 (0)
東大路	東側	全数	(133)	(133)	(0)	(0)
		根上がり木	17.3 (23)	17.3 (23)	0 (0)	0 (0)
	西側	全数	(117)	(117)	(0)	(0)
		根上がり木	9.4 (11)	9.4 (11)	0 (0)	0 (0)
白川	東側	全数	(115)	(115)	(0)	(0)
		根上がり木	41.7 (48)	41.7 (48)	0 (0)	0 (0)
	西側	全数	(96)	(96)	(0)	(0)
		根上がり木	36.5 (35)	36.5 (35)	0 (0)	0 (0)

また、GISに入力した街路樹のポイントデータを基にカーネル密度を用いて視覚化した、根上がりの生じている街路樹の密度分布を図3-5に示した。カーネル密度ツールは、住宅密集度の調査や犯罪多発箇所の調査、野生動物の生息に影響を与える道路の分析などの多様な分野で用いられている¹²⁸⁾。図3-5では、主要通りに沿って色が濃く広く表示されている部分ほど、密度が高いことを表している。

この図をみると、河原町通の京都御所東側周辺と四条通から五条通間、西大路通の北大路通から丸太町通間において、根上がりの密度が特に高い傾向を示している。通り別の根上がり発生状況について、西大路通の北大路通から丸太町通間での根上がり発生密度が高く示されているのは、図3-1において根上がり発生割合が7割を超える平均胸高周囲103cmのトウカエデが単一植栽されているためであると考えられる。

西大路通の丸太町通以南は、調査対象外の樹種との混植となっている（調査実施年時点）。また、河原町通の京都御所東側周辺（今出川通－丸太町通間）において根上がり発生密度が高く示されていた点については、図3-1の根上がり発生割合が4割となる平均胸高周囲83cmのイチョウが植栽されているためであると考えられた。

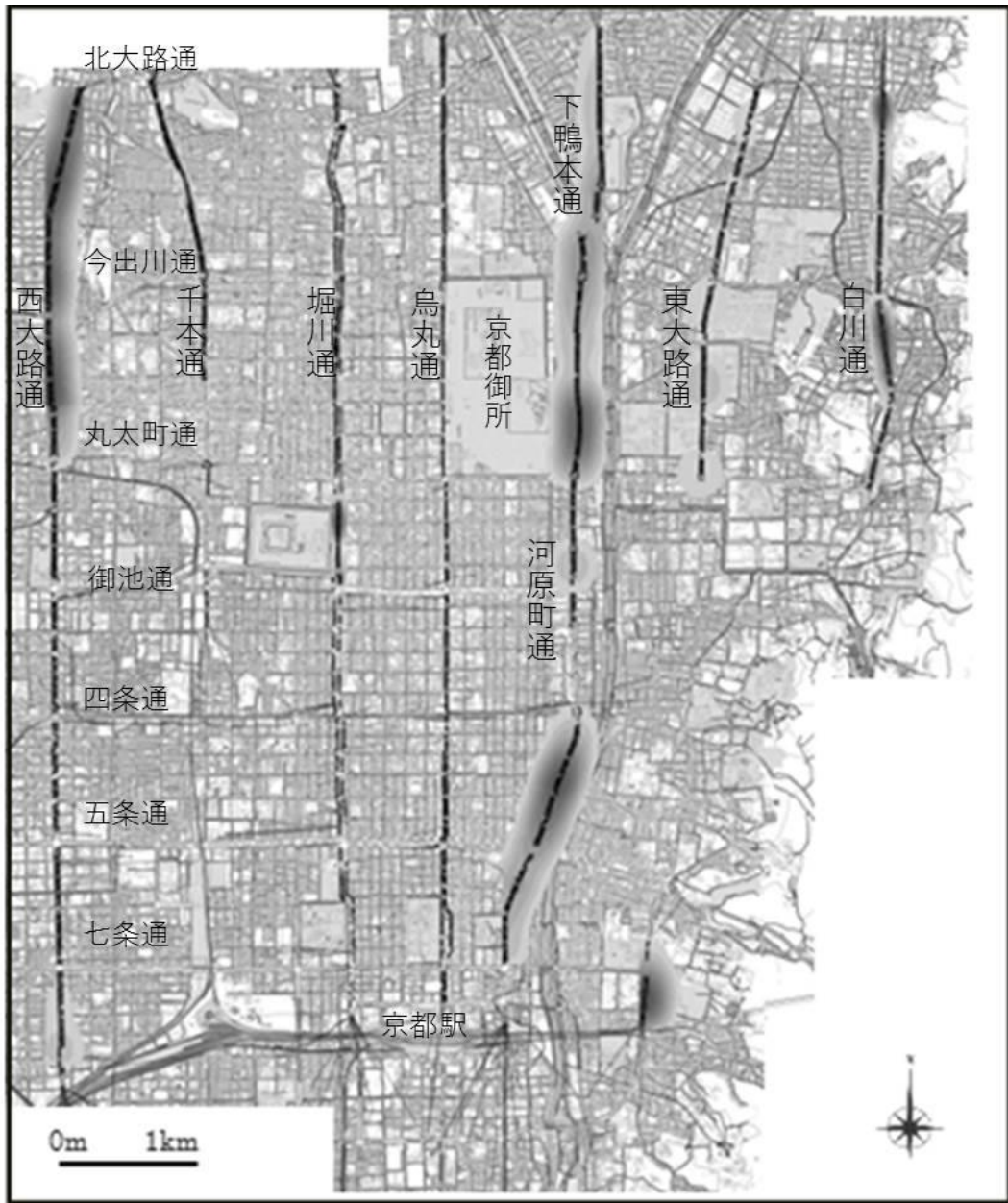


図 3-5 街路樹の根上がり発生密度分布

3-2：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性について

3-2-1：研究方法

3-2-1-1：植栽環境条件Ⅰ・歩車道幅員・歩道舗装・植樹樹

植栽環境調査については、調査対象通りにおける植樹樹の種類、舗装の種類、歩道幅員、車道幅員を現地での実測および資料により調査した。それぞれの調査方法については次の通りである。

まず、植樹樹の種類および大きさ、舗装の種類については調査対象通りにおいて視認と実測を進め、歩車道幅員については、GIS データを基に幅員を調べ、データ化を行った。現地調査は 2014 年 5 月から 7 月にかけて行った。

3-2-1-2：植栽環境条件Ⅱ・日照条件

日照条件の算出にあたっては、まず、調査対象の通りに面した全ての建築構造物について、その階数を調査し、GISを用いて階数の入った建築構造物のデータを作成した。建築構造物の高さは、階数に3mを乗じて算出した。

次に、この建築構造物の高さ情報を活用して、GISの日射量解析¹²⁹⁻¹³¹⁾により、全ての街路樹に対しての1年間の累積日射量(WH/m²)を算出した。今回は街路樹の植栽間隔を超えない範囲を考慮し、5mメッシュのデータを用いた。図3-6に示したように、5m×5mのエリアごとに算出される年間累積日射量をそのエリア上の街路樹の受ける日射量とした。

分析にあたってはexcel統計を用い、植樹柵の種類、舗装の種類、街路樹の根上がりの発生の有無別にみた平均胸高周囲長および年間累積日射量を、*t*検定により比較した。

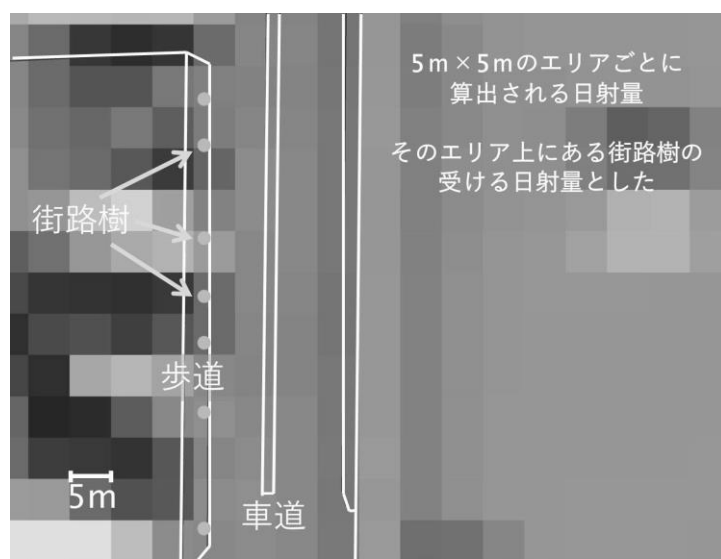


図 3-6 街路樹の受ける年間累積日射量の算出

3-2-1-3：植栽環境条件Ⅲ・土壌条件

土壌条件の検討では、3-1の調査において根上がりが特徴的にみられたトウカエデを分析対象樹種とし、調査対象通りは西大路通とした。分析対象としたトウカエデは、西大路通における主要樹種であるとともに、樹木更新にあたって新植が行われている樹種である。最新樹木根系図説^{123)・124)}を参考に、トウカエデの根系の特徴をまとめ、表3-4に示した。

植栽環境の調査としては、植栽基盤直下を直接掘削することが最も望ましいが、実際に掘削を行った調査によると歩道通行の障害となることや樹木自体への負担がかかり、量的には行うことができない点も指摘されている。そこで、本調査では、ボーリング調査データを活用した。このボーリング調査データは、建築行為や災害対策のために行われ、地域の地下構造を知ることのできるデータである。本調査ではこのデータを活用し、街路周辺の全般的な土壌条件と街路樹の根上がり発生状況との関連性を検討するとともに、ボーリング調査データによるデータ代替の限界と可能性について検討した。

土壌条件については、関西圏地盤情報データベース2015年度¹³²⁾に記載されたボーリング調査箇所とボーリング柱状図を基に、土質および土壌硬度、地下水位を確認した。土質は、関西圏地盤情報データベースの凡例に基づき、10種類に分類した。土壌硬度は、表3-5に示した砂質土と粘性土の相対密度と相対稠度^{133)・134)}としてN値(地盤の標準貫入試験値)を相対化した値を用いた。具体的には、表3-5に示した砂質土のN値と粘性土のN値に対応して、砂質土の値4までおよび粘性土の値1は「1」、砂質土の値5、6および粘性土の値2は「2」、砂質土の値7、8および粘性土の値3は「3」、砂質土の値9、10および粘性土の値4は「4」としてデータ入力を行った。また、柱状図から読み取る深度は、良好とされる必要有効土層^{87)・135)}を参考に地表から土壌深さ2mまでとした。具体的には、0.5m、1.0m、1.5m、2.0mの土質と土壌硬度を確認した。地下水位については、柱状図に記載されている数値を解析に用いた。

街路樹のGISデータ化と同様に、ボーリング調査の位置についてもGIS上へポイントデータとして入力した。また、根上がり発生状況と周辺土壌条件との解析に際しては、図3-7に示したようにボーリング調査の行われた地点が等間隔ではないため、最も近い距離にある100m間隔でグループ化した街路樹の

みを抽出し、関連性を確認した。ボーリング調査地点間の距離が広く空いている場合には、中間の地盤の状態を把握することができない。そこで、街路樹のグループ化、すなわちボーリング調査地点と対応させる、最も近い街路樹の範囲選択にあたっては、道路事業の地盤調査におけるボーリング地点の間隔の目安^{136)・137)}として、地質の連続性が悪い場合は約50m、地質の連続性が普通の場合は200mが採用されていることから、本調査では100m間隔を用いて検討を行った。

また、ボーリング調査が通りの東側で行われていた場合には東側歩道の街路樹データを、西側の場合は西側歩道の街路樹データを用いた。

データの分析にあたってはExcel統計を用い、土質ごとの平均土壌硬度、平均胸高周囲長、平均植樹樹奥行を分散分析および多重比較検定によって比較し、街路樹の根上がりの発生の程度と土壌硬度、地下水位の相関係数を算出した。

表 3-4 調査対象樹種：トウカエデの根系特性^{123)・124)}

トウカエデ					
根系形態	垂直分布	水平分布	分岐	耐堅密性	土性
大径の斜出根 垂下根型	浅根型	中間型	中間型	大	砂質～埴質

※耐堅密性：山中式硬度計で指標硬度24mm以上に耐えられるもの^{123)・124)}

※土性：根系の働きと生長に適した土壌^{123)・124)}

表 3-5 砂質土・粘性土の相対密度・相対稠度^{133)・134)}

土壌硬度：相対密度・相対稠度						
砂質土		N 値		粘性土	N 値	
		非常にゆるい	~5		粘	極軟
質	ゆるい	5~10	性	軟	2~4	
		10~20		中	4~8	
土	中	20~30	土	硬	8~15	
		30~		極硬	15~	
	密					

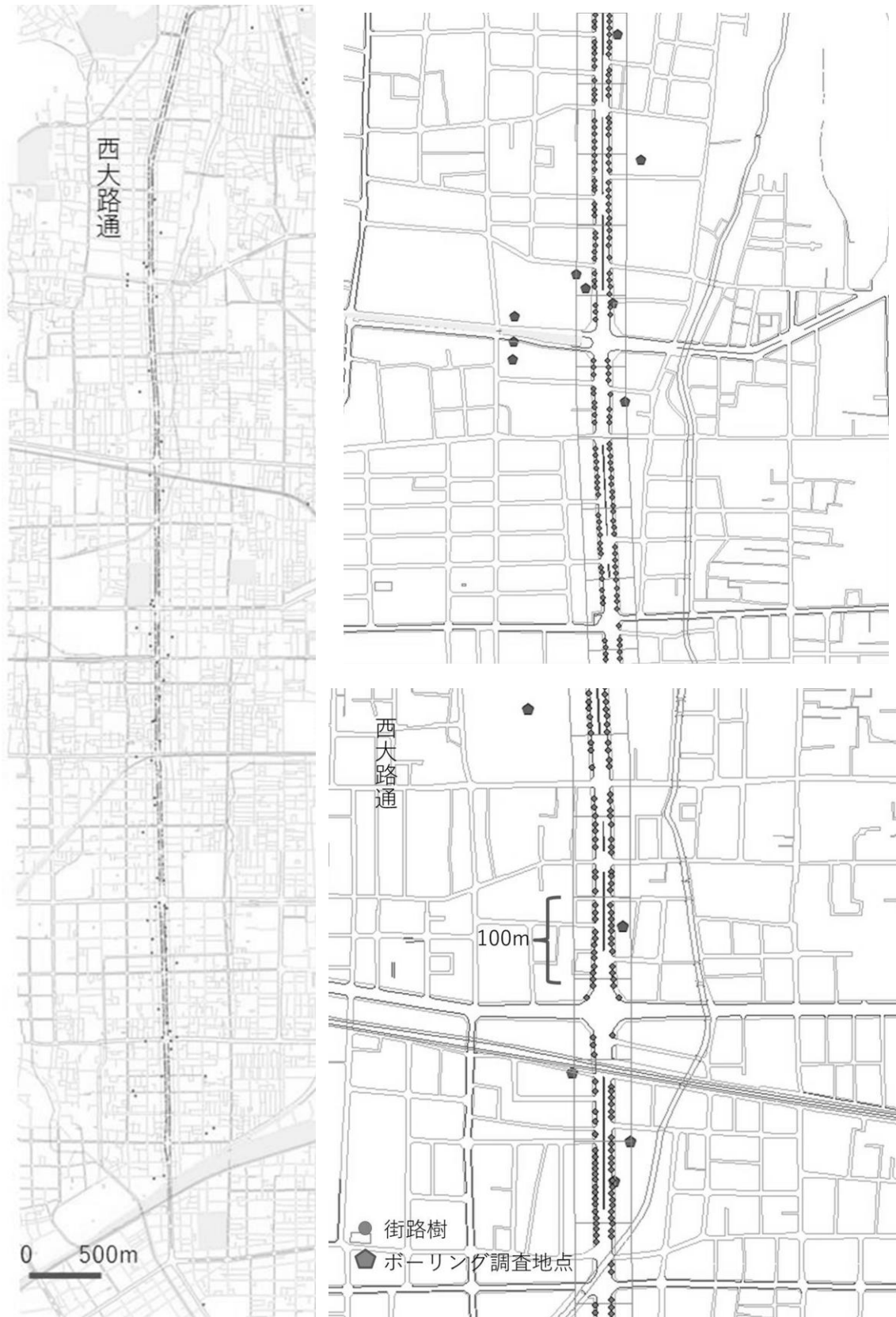


図 3-7 GIS 上のボーリング調査地点および街路樹ポイントデータ（右図一部）

3-2-2：結果および考察

3-2-2-1：植栽環境条件Ⅰ：植樹樹・歩道舗装・歩車道幅員

植樹樹の種類と舗装の種類，歩道幅員，車道幅員について，調査対象通りごとの構成を表3-6に示した。

当該調査通りにおける植樹樹の種類は，単独樹，連続樹，花壇型の3型式となり，その形状を図3-8に示した。

舗装の種類は，インターロッキングブロック舗装，アスファルト舗装，方形タイル（300mm×300mm以上の平板）の3型式が確認された。



図3-8 植樹樹の種類

表3-6 通り別の植樹樹と歩道舗装構成

通り名	東西	植樹樹の構成 (%)			舗装の構成 (%)				歩車道 (m)			沿道土地利用
		単独樹	連続樹	花壇型	インターロッキングブロック	アスファルト	インターロッキング+アスファルト	タイル	歩道幅員：平均 ±標準偏差	車道幅員：平均 ±標準偏差	道路の種類	
西大路	東側	14.2	85.8	0.0	37.9	62.1	0.0	0.0	4.1 ± 0.4	19.7 ± 1.5	主要市道	住居地域 近隣商業 地域 商業地域
	西側	18.2	81.8	0.0	47.2	52.8	0.0	0.0	4.4 ± 0.5			
千本	東側	100	0.0	0.0	98.2	0.0	0.0	1.8	2.9 ± 0.5	15.6 ± 3.0	一般市道	近隣商業 商業
	西側	87.6	12.4	0.0	91.0	0.0	0.0	9.0	3.8 ± 2.6			
堀川	東側	60.3	39.7	0.0	100	0.0	0.0	0.0	5.1 ± 1.4	30.9 ± 7.3	主要府道 一般市道 国道	近隣商業 商業
	西側	21.8	78.2	0.0	78.2	12.2	9.5	0.0	5.5 ± 1.0			
烏丸	東側	97.4	0.0	2.6	68.3	31.7	0.0	0.0	3.9 ± 0.3	19.2 ± 2.0	一般市道	住居 近隣商業 商業
	西側	99.2	0.4	0.4	72.3	27.7	0.0	0.0	3.5 ± 0.5			
下鴨本 河原町	東側	41.2	46.7	12.1	98.1	0.0	0.0	1.9	3.7 ± 0.7	17.8 ± 2.7	一般市道	住居・ 近隣商業 商業
	西側	44.0	43.4	12.6	95.0	0.0	0.0	5.0	3.6 ± 1.0			
東大路	東側	9.8	90.2	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	4.5 ± 0.7	18.3 ± 2.3	一般市道	住居 近隣商業 商業
	西側	12.8	87.2	0.0	95.7	4.3	0.0	0.0	4.1 ± 1.5			
白川	東側	100	0.0	0.0	71.3	28.7	0.0	0.0	3.1 ± 0.3	17.3 ± 2.1	一般市道	近隣商業
	西側	100	0.0	0.0	72.9	25.0	0.0	2.1	3.2 ± 1.5			

街路樹の根上がりと植栽環境条件との関係を考察するにあたって、次の植栽環境の項目が関与していることが考えられることから、それぞれの構成を確認した。

植樹柵、歩道舗装、歩車道幅員を調査した結果、植樹柵については、図 3-8 と表 3-6 に示したように、柵内に単木が植栽される単独柵（植樹柵）、柵内に複数本の高木や低木が植栽される連続柵（植樹帯）、歩道面から段差のある花壇型植樹柵が確認された。これら 3 分類の植樹柵形状の他にも、対象通りにおいては交差点付近に調査対象外の樹種が円形の植樹柵に植栽されている事例などもみられた。

各通りに関して植樹柵をみると、西大路通における単独柵の割合は、西側 18.2%、東側 14.2%、連続柵の割合は西側 81.8%、東側 85.8%となっており、連続柵の形状が多い構成であった。千本通における単独柵の割合は、西側 87.6%、東側 100%、連続柵の割合が西側 12.4%であり、単独柵の形状が多く、堀川通りでは、単独柵の割合が西側 21.8%、東側 60.3%、連続柵の割合が西側 78.2%、東側 39.7%であった。烏丸通りについては、単独柵の割合が西側 99.2%、東側 97.4%、連続柵の割合が西側 0.4%、花壇型の割合が西側 0.4%、東側 2.6%であり、単独柵を中心とした構成であった。下鴨本通・河原町通では、単独柵の割合が西側 44.0%、東側 41.2%、連続柵の割合が西側 43.4%、東側 46.7%、花壇型の割合が西側 12.6%、東側 12.1%と、単独柵と連続柵が約半数ずつの構成であり、他の通りと比較して花壇型の割合が高い通りであった。東大路通における単独柵の割合は、西側 12.8%、東側 9.8%、連続柵の割合が西側 87.2%、東側 90.2%と、連続柵を中心とした構成であり、対して白川通りにおいては西側東側ともに単独柵の割合が 100%であった。

舗装の種類については、表 3-6 の通り別の構成に示したように、インターロッキングブロック舗装とアスファルト舗装、インターロッキングとアスファルトの並列舗装、方形タイル舗装が確認された。

各通りに関して舗装をみると、西大路通におけるインターロッキングブロック舗装の割合は、西側 47.2%、東側 37.9%、アスファルト舗装の割合が西側 52.8%、東側 62.1%となっており約半数ずつの構成であった。千本通におけるインターロッキングの割合は、西側 91.0%、東側 98.2%、タイルの割合は西側 9.0%、東

側 1.8%とインターロッキングを中心とした構成である。堀川通りにおけるインターロッキングの割合は、西側 78.2%、東側 100%、アスファルトの割合は西側 12.2%、インターロッキングとアスファルトの並列舗装の割合が 9.5%であり、烏丸通におけるインターロッキングの割合は西側 72.3%、東側 68.3%、アスファルトの割合が西側 27.7%、東側 31.7%であった。下鴨本通・河原町通におけるインターロッキングの割合は、西側 95.0%、東側 98.1%、タイルの割合が西側 5.0%、東側 1.9%という構成であり、東大路通におけるインターロッキングの割合は西側 95.7%、東側 97.7%、アスファルトの割合は西側 4.3%、東側 2.3%となっており、インターロッキングを中心とした構成であった。白川通りにおけるインターロッキングの割合は、西側 72.9%、東側 71.3%、アスファルトの割合が西側 25.0%、東側 28.7%であった。

各通りの歩車道については、表 3-6 に示した平均幅員および標準偏差、道路の種類を確認した。

各通りに関して歩車道幅員をみると、西大路通の平均歩道幅員は、西側 4.4m、東側 4.1m、平均車道幅員は 19.7m となっており、対象通りのなかでは中程度の幅員環境であった。千本通の平均歩道幅員は、西側 3.8m、東側 2.9m、平均車道幅員は 15.6m であり、対象通りのなかで歩車道幅員が最も狭い通りである。堀川通の平均歩道幅員は、西側 5.5m、東側 5.1m、平均車道幅員は 30.9m であり、対象通りのなかで最も歩車道幅員の広い通りである。烏丸通の平均歩道幅員は、西側 3.5m、東側 3.9m、車道幅員は 19.2m であり、下鴨本通・河原町通の平均歩道幅員は、西側 3.6m、東側 3.7m、平均車道幅員は 17.8m、東大路通の平均歩道幅員は、西側 4.1m、東側 4.5m、平均車道幅員は 18.3m、白川通の平均歩道幅員は、西側 3.2m、東側 3.1m、平均車道幅員は 17.3m であった。

3-2-2-2：植栽環境条件Ⅱ・日照条件

調査対象の通り沿いにある建築構造物の階数を全て調査し、GISデータ化したものを図3-9および図3-10に示し、日射量解析の結果を可視化したものを図3-9および図3-11に示した。

図3-10をみると、低い建築構造物のデータは緑色、高い建築構造物になるにつれて黄色、赤色に表示されており、とりわけ烏丸通および河原町通の御池通から五条通間周辺において高い建築構造物があることがわかる。この建築構造物の高さ情報をもとに日射量解析を行った結果を示した図3-11では、主要道の建物に沿って色が濃く表示されている部分ほど、年間累積日射量が少ないことを示している。前述の烏丸通および河原町通の御池通から五条通間周辺をみると、特にその通りの箇所の色が濃く表示されていることが分かる。

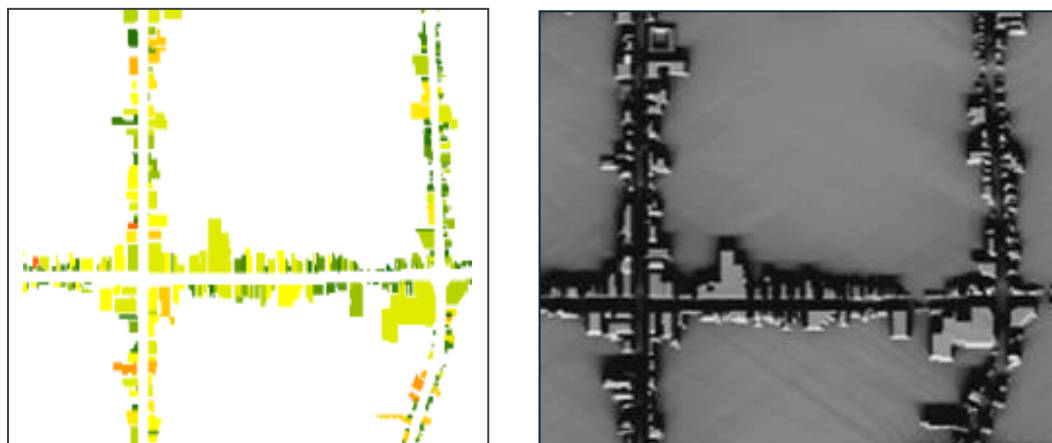


図3-9 建築構造物の高さの可視化・年間累積日射量の可視化（一部）

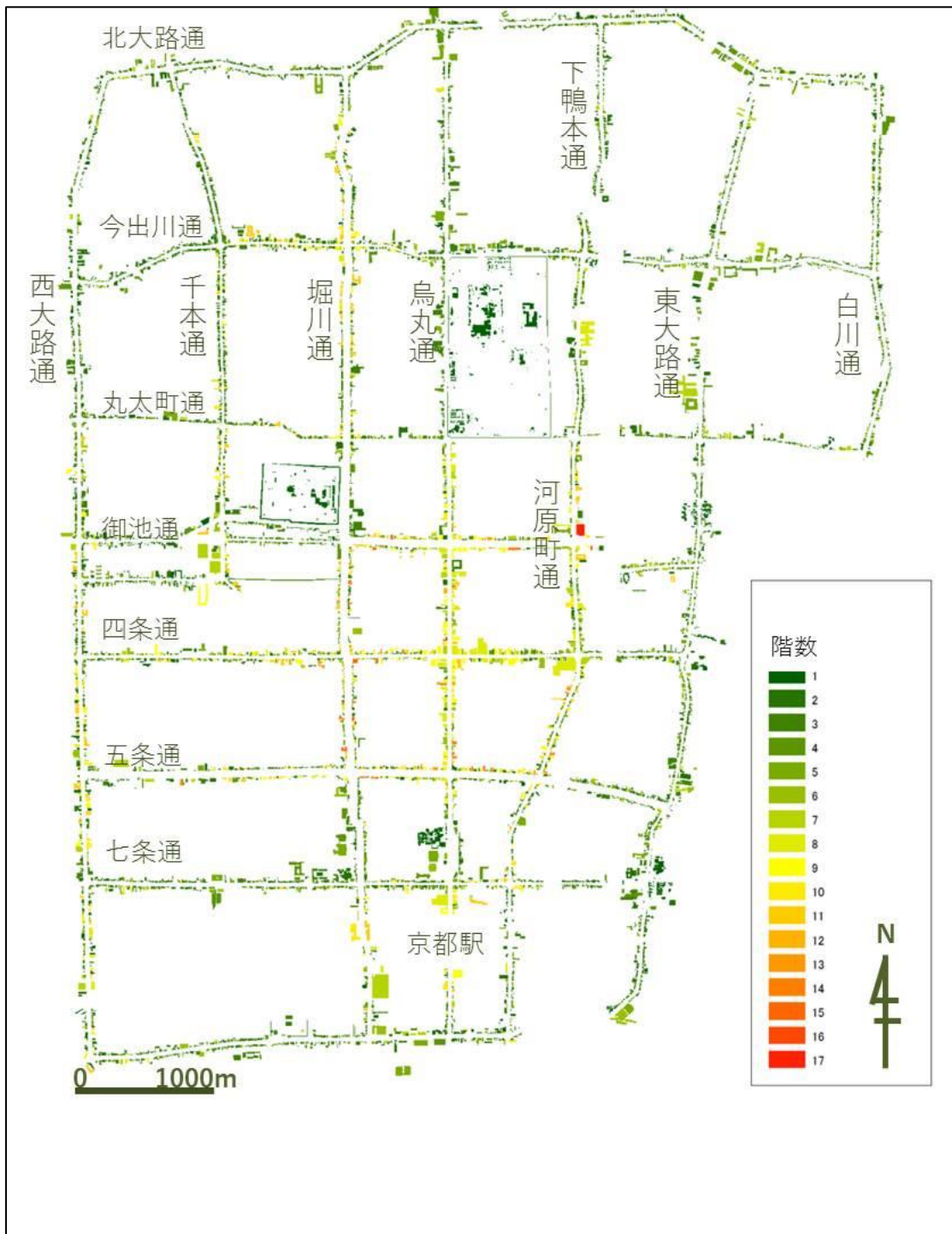


図 3-10 調査対象通りにおける建築構造物の高さの可視化

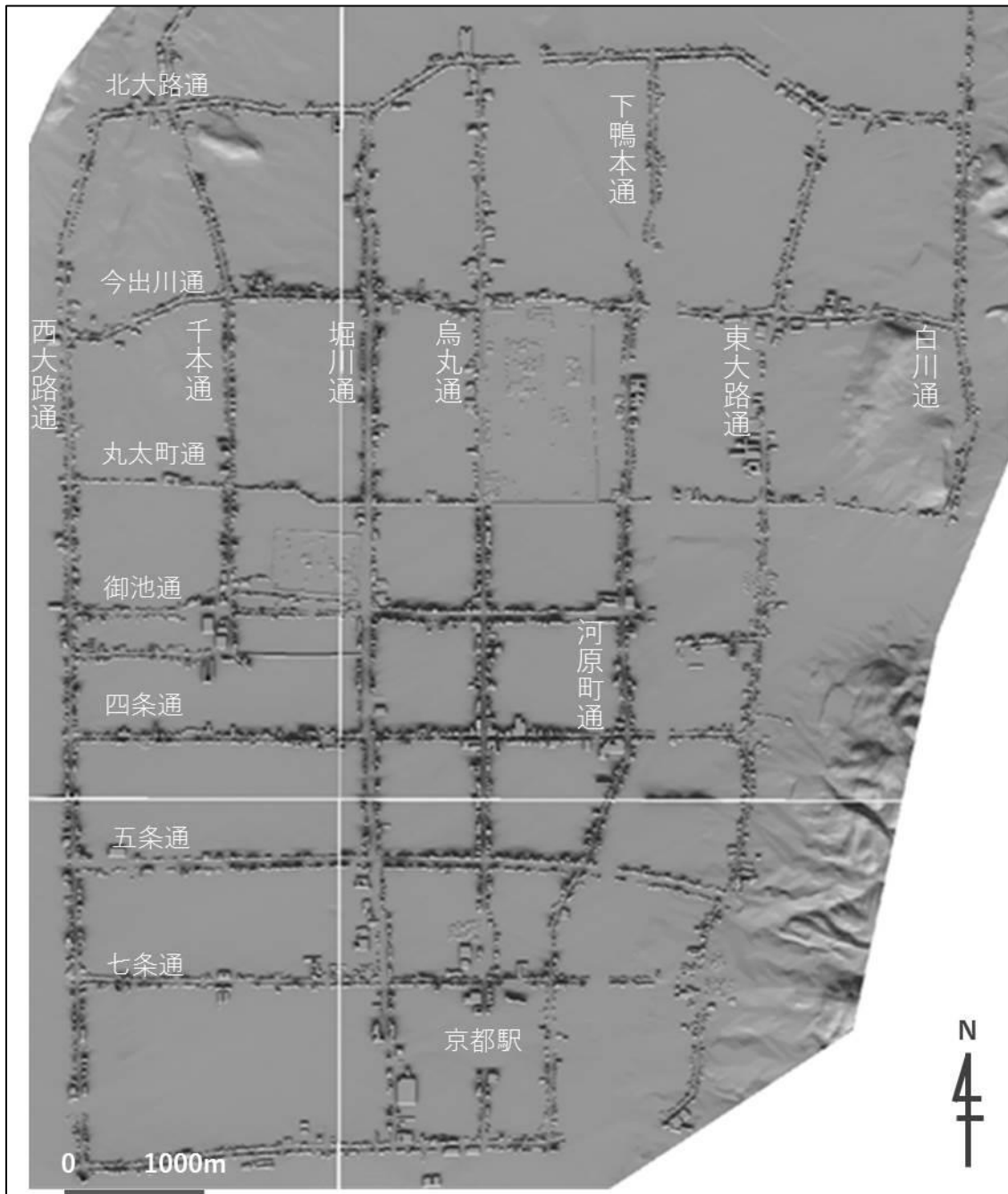


図 3-11 調査対象通りにおける年間累積日射量の可視化

3-2-2-3：植栽環境条件Ⅲ・土壌条件

調査対象通りにおけるボーリングデータからみた土壌条件の構成割合等を表3-7に示した。土質および土壌硬度は深さ0.5mごとに確認されており、深度0.5mでは砂質土35.2%、粘性土32.2%、有機質土9.1%、その他23.5%という割合であった。平均土質硬度相対値は4.0であった。深度1.0mでは砂質土42.9%、粘性土37.2%、有機質土9.5%、その他10.4%であり、硬度は5.1であった。深度1.5mでは砂質土51.3%、粘性土39.8%、有機質土4.0%、その他4.9%であり、硬度は10.3であった。深度2.0mでは、砂質土50.7%、粘性土40.5%、有機質土4.4%、その他4.4%であり、硬度は14.7であった。対象通りの平均地下水位は2.5mとなっていた。

表3-7 西大路通におけるボーリングデータからみた土壌条件

深度	平均土質割合：%(本数)				平均 土壌硬度 相対値	地下 水位
	砂質土・礫	粘土・シルト	腐植土	その他		
0.5m	35.2%(81)	32.2%(74)	9.1%(21)	23.5%(54)	4.0	2.5m
1.0m	42.9%(99)	37.2%(86)	9.5%(22)	10.4%(24)	5.1	
1.5m	51.3%(116)	39.8%(90)	4.0%(9)	4.9%(11)	10.3	
2.0m	50.7%(115)	40.5%(92)	4.4%(10)	4.4%(10)	14.7	

3-2-2-4 :

街路樹の根上がりと植樹樹・歩道舗装・歩車道幅員・日照条件との関連性

街路樹の根上がり発生状況と植樹樹，歩道舗装，歩車道幅員，日照条件との関連性について，日射量別の根上がり発生割合を図3-12に，根上がりの生じている街路樹と生じていない街路樹の受ける年間累積日射量を比較するため，*t*検定を行った結果を表3-8に，歩道環境別の根上がり発生割合を表3-9に示した。

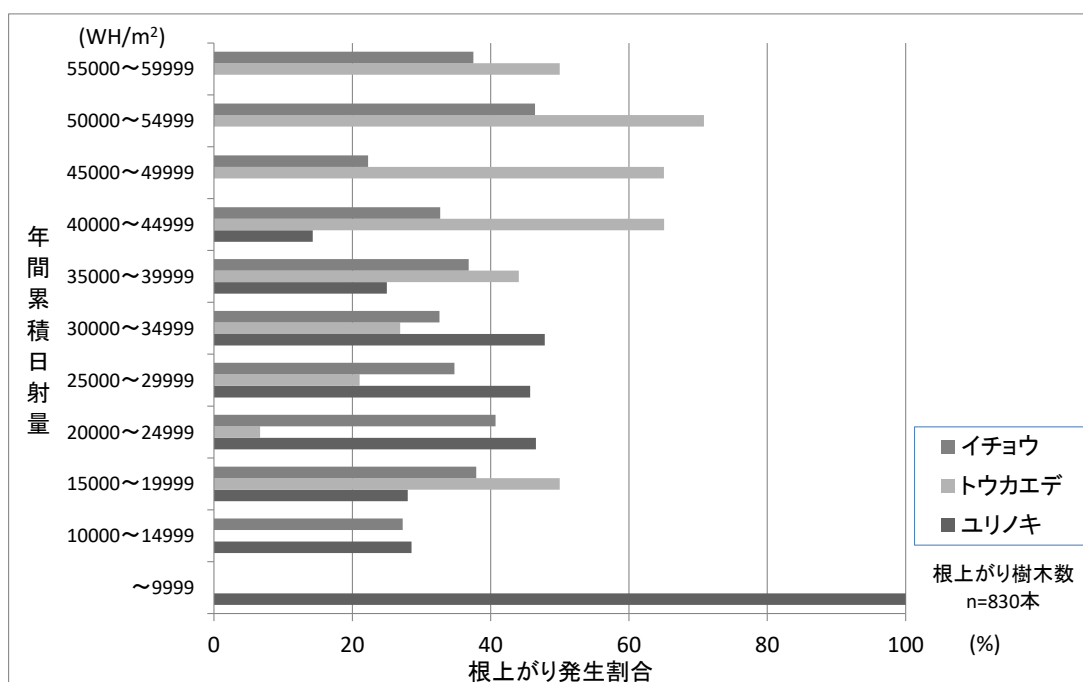


図3-12 日射量別，樹種別の根上がり発生割合

表 3-8 歩道環境および根上がりの有無別の日射量比較

樹種	植樹樹	舗装	根上がり	本数	幹周 (cm 台)	幹周 t 検定	日射量 平均 (WH/m ²)	日射量 t 検定	
イチヨウ	単独樹	インター ロッキング	あり	250	80~160	t = 1.10	39,508	t = 0.17	
			なし	334			39,624		
		アスファルト	あり	38	80~140	t = 1.78	38,979	t = 0.17	
			なし	22			38,666		
		タイル	あり	17	30~110	t = 0.08	38,550	t = 0.64	
			なし	19			36,273		
	連続樹	インター ロッキング	あり	104	60~150	t = -0.88	36,912	t = 0.74	
			なし	297			37,553		
		アスファルト	あり	6	50~120	t = -1.24	32,968	t = 1.57	
			なし	9			38,612		
		インター ロッキング +アスファルト※	あり	4	60~120	t = -0.07	30,891	t = -0.83	
			なし	9			35,117		
花壇型	インター ロッキング	あり	66	30~120	t = -1.63	29,980	t = 3.44 **		
		なし	18			22,287			
トウカエデ	単独樹	インター ロッキング	あり	4	60~100	t = 1.07	40,424	t = 1.56	
			なし	12			32,534		
		アスファルト	あり	13	80~120	t = -1.30	43,516	t = -0.91	
			なし	2			48,006		
	連続樹	インター ロッキング	あり	28	70~150	t = -1.77	42,251	t = 0.001	
			なし	11			42,254		
		アスファルト	あり	16	40~90	t = -1.85	46,435	t = -1.56	
			なし	34			42,982		
	ユリノキ	単独樹	インター ロッキング	あり	1	30~100	t = 1.78	24,612	t = 0.11
				なし	1				
アスファルト			あり	53					
		なし	64						
花壇型		インター ロッキング	あり	0					
			なし	6					

(* p < 0.05, ** p < 0.01) ※インターロッキングブロック舗装とアスファルト舗装が混在して樹に接している部分

表 3-9 歩道環境別の根上がり発生割合

樹種	植樹樹	舗装	根上がりの種類別割合% (本数)					
			根上がり計 (各種類間の 重複を除く)	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石 ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび
イチヨウ	単独樹	インター ロッキング	42.8 (250)	1.4 (8)	17.0(99)	0.3(2)	9.2(54)	0.3(2)
			63.3 (38)	0.0(0)	11.7(7)	8.3(5)	5.0(3)	8.3(5)
		タイル	47.2(17)	0.0(0)	11.1(4)	0.0(0)	5.6(2)	5.6(2)
	連続樹	インター ロッキング	25.9(104)	1.2(5)	16.5(66)	0.5(2)	12.0(48)	0.0(0)
		アスファルト	40.0(6)	0.0(0)	6.7(1)	13.3(2)	0.0(0)	0.0(0)
		インター ロッキング +アスファルト	30.8(4)					
花壇型	インター ロッキング	78.6(66)	0.0(0)	10.7(9)	20.2(17)	6.0(5)	0.0(0)	
トウカエデ	単独樹	インター ロッキング	25.0(4)	0.0(0)	12.5(2)	0.0(0)	6.3(1)	0.0(0)
		アスファルト	86.7(13)	13.3(2)	53.3(8)	53.3(8)	46.7(7)	40.0(6)
	連続樹	インター ロッキング	71.8(28)	38.5(15)	43.6(17)	0.0(0)	38.5(15)	0.0(0)
		アスファルト	32.0(16)	2.0(1)	16.0(8)	16.0(8)	10.0(5)	6.0(3)
ユリノキ	単独樹	インター ロッキング	50.0(1)					
		アスファルト	45.3(53)	0.0(0)	12.0(14)	1.7(2)	10.3(12)	21.4(25)
	花壇型	インター ロッキング	0(0)					

日射量および樹種別の根上がり発生割合について示した図 3-12 をみると、トウカエデに関しては、年間累積日射量 20,000~55,000WH/m² 間において日射量が多くなるほど根上がり発生割合が高くなる傾向がみられたが、イチョウとユリノキについてはその傾向はみられなかった。

根上がりの生じている街路樹と生じていない街路樹の受ける年間累積日射量を比較するため、*t* 検定を行った結果を表 3-8 に示した。なお、今回の検定を行うにあたっては、樹種、植樹柵・舗装の種類という組み合わせを統一した。また、根上がりの生じている街路樹と生じていない街路樹が可能な限り同一の周囲長のサンプル同士となるよう、周囲長についても *t* 検定を行い、有意な差がない範囲の街路樹を抽出した。図 3-2 において 3 樹種ともに根上がり発生割合が約 5 割である 90cm~99cm を起点に 80cm, 100cm と加えていき、根上がりが発生しているサンプルと、発生していないサンプル同士で周囲長に有意な差がない範囲を抽出した。

その結果、歩道面から段差のある植樹柵（花壇型）で周辺の舗装がインターロッキングという環境のイチョウでは、根上がりの生じている街路樹と生じていない街路樹の受ける日射量に有意な差がみられ ($t = 3.44^{**}$, $p < 0.01$)、それ以外ではすべて有意な差はみられなかった。

そこで、表 3-9 に示したように、インターロッキング舗装で花壇型植樹柵に植栽されているイチョウについて根上がりの種類別割合を確認した。この表をみると、縁石のずれの発生割合が他の根上がりの種類に比べて高い値であった。また、インターロッキング舗装のイチョウの縁石のずれという項目のうち、単独柵は 0.3%、連続柵は 0.5%、花壇型は 20.2%となっていた。このことから、単独柵および連続柵と比べても花壇型の縁石のずれの発生割合が高いという特徴が示された。

つづけてインターロッキング舗装のイチョウに着目して表をみると、単独柵と連続柵では縁石の持ち上げに次いで歩道の持ち上げの発生割合が高い傾向であった。単独柵と連続柵、舗装に関して項目比較のできるイチョウとトウカエデに着目して表をみていくと、イチョウ・インターロッキング舗装の場合の単独柵での根上がり割合は 42.8%、連続柵は 25.9%、イチョウ・アスファルト舗装の場合の単独柵では 63.3%、連続柵は 40.0%、トウカエデ・インターロッキ

ング舗装の場合の単独樹では 25.0%，連続樹は 71.8%，トウカエデ・アスファルト舗装の場合の単独樹では 86.7%，連続樹は 32.0%であった。イチョウの場合は、植樹樹形式については単独樹での根上がり発生割合の方が高く、舗装についてはアスファルト舗装での根上がり発生割合が高い傾向にあった。トウカエデは植樹樹と舗装の組み合わせにおいて統一した傾向はみられなかった。ユリノキではインターロッキング舗装のサンプル数が 2 サンプルのみと少ないため比較を行うことはできなかった。

通り別の根上がり発生状況について、3-1-2-2 の表 3-2 および表 3-3 をみると、根上がりが生じている街路樹の割合が高い通りは、西大路通東側の 55.6% (94 本)，次いで千本通西側の 49.4% (44 本)，西大路通西側の 44.9% (79 本) であった。これに対して、根上がりが生じている街路樹の割合が低い通りは東大路通西側の 9.4% (11 本)，次いで堀川通東側の 14.7% (10 本)，堀川通西側の 15.0% (22 本) であった。また、図 3-5 をみると西大路通の北大路通から丸太町通間，河原町通の京都御所東側周辺と四条通から五条通間において、根上がりの密度が特に高い傾向を示した。

表 3-2 および表 3-6 より、西大路通における平均周囲長は東側 91.0cm，西側 83.2cm であり，白川通（イチョウ単一植栽）では東側 100.2cm，西側 103.9cm であった。両通りを比較すると、西大路通の方が歩車道幅員は東西歩道 4.1m，4.4m，車道 19.7m と広いものの、根上がり率が東側 55.6%，西側 44.9% と大きい結果であった。表 3-2 をみるとトウカエデは根上がりの各種類についても他 2 樹種の通りよりも比較的根上がり発生割合が高く、とりわけ根元あふれが東側 20.1%，西側 13.1% と特徴的に表れていた。表 3-1 に示した根の形態をみると、トウカエデは浅根型であることから、この点が根元あふれ発生の一要因として考えられる。

西大路通に次いで根上がり割合の高い千本通について、表 3-6 をみると、歩車道幅員が東西歩道平均 2.9m，3.8m，車道 15.6m と対象通の中で最も狭く、単独樹が東側 100%，西側 87.6% とインターロッキング舗装が東側 98.2%，西側 91.0% であり，単独樹とインターロッキングブロック舗装を中心とした通りであった。前述の白川通と比較して平均周囲長は東側 90.5cm，西側 85.0cm と小さいものの、歩車道の狭さが主要因と考えられる。

根上がり発生割合の低かった東大路通は、平均周囲長が東側 56.2cm、西側 53.1cm と最も小さく、これが主要因であると推察され、連続樹が東側 90.2%、西側 87.2%、インターロッキング舗装が東側 97.7%、西側 95.7%と、連続樹およびインターロッキングブロック舗装を中心とした通りであった。これは、表 3-9 に示した連続樹とインターロッキング舗装での根上がり発生割合が低いというイチョウの街路樹の傾向と一致している。

また、根上がり対策の一つとして、土地利用上、分断される場合があるが、連続した植樹帯とすることが望ましいと提言されている¹³⁸⁾。表 3-9 の、イチョウの単独樹と連続樹の根上がり発生割合に違いがみられたという結果は、イチョウとトウカエデを含む 16 種の街路樹調査を行った研究⁹⁹⁾での単独樹と連続樹の障害率に差がなかったという結果とは異なるものであり、トウカエデに関しては類似する結果となった。既往研究との違いについては、共通する調査対象の樹種がイチョウ、トウカエデであるものの、舗装や他の環境の違いによる影響などが考えられる。

次に、根上がり発生割合の低い堀川通は、歩車道幅員が東西歩道平均 5.1m、5.5m、車道 30.9m と最も広く、この点が根上がりの発生割合が少ないこと的主要因素であると推察された。堀川通の植樹樹は単独樹が東側 60.3%、西側 21.8%、連続樹が東側 39.7%、西側 78.2%と連続樹の割合が高く、インターロッキングブロック舗装東側 100%、西側 78.2%を中心とした通りであった。インターロッキングとアスファルトの違いとして、表 3-9 をみると、縁石の持上げと歩道の持上げは両舗装にみられるのに対し、縁石のずれと歩道のひびはアスファルト舗装に特徴的にみられた。アスファルト舗装における根上がりの種類の多さが、各種間重複を除く根上がりの合計数にも反映されているものと考えられる。

根上がり発生密度に関して、図 3-5 に河原町通の四条通から五条通間での密度が高く示されていたのは、表 3-9 に示した根上がり発生割合が 8 割に近い花壇型の植樹樹が用いられている区間であることが理由として推察される。表 3-9 のイチョウとインターロッキング舗装の各項目をみると、花壇型の縁石のずれが 20.2%と比較的高い割合を示していた。これは、花壇型が歩道面から段差がなく、地中にある単独樹や連続樹に比べて、樹の外側からの圧力がない形状であるためと考えられる。

根上がりの生じている街路樹と生じていない街路樹の受ける日射量について、表3-8に示したように植樹柵および舗装と周囲長の組合せごとにt検定を行った結果、唯一、イチヨウ・花壇型・インターロッキングというパターンにおいて根上がりの生じている街路樹の方で日射量が有意に多かった。既往研究¹³⁹⁾において、根量は胸高断面積との相関が大きいとされているが、前述の有意差から、同程度の周囲長の街路樹においても、日射量が多いものの方が根の分布が大きいのではないかと考えられた。しかし、今回の日射量の有意差が根系の生長にとって影響のある差か否かという点については断定できない。本研究では調査対象における数年間の「根の生長率」についての調査データが無く、現在の街路樹の大きさを統一するという視点のみであり、数年間の生長率という視点から、今後、周囲長および根の生長率との関係についての検討が必要である。

図3-12をみると、日射量別の根上がり発生割合には明確な傾向がみられなかったことから、日照条件は様々な環境要素のなかで根上がり発生への直接的な影響力は小さいことが推測される。

次に、表3-9のイチヨウ・インターロッキングブロック舗装の場合とトウカエデ・インターロッキングブロック舗装の場合に着目すると、いずれも縁石の持上げ割合が最も高いという既往研究^{99)・101)}と同様の結果であった。縁石の持上げについては、街路樹の根が縁石に沿って伸長し、土壌との間に生じる空隙に入って伸長していることが確認されている^{97)・140)}。舗装の持上げとひび割れに関しては、既往研究によって発生割合の順が異なっている。

舗装については、イチヨウとトウカエデのアスファルト舗装での根上がり発生割合が高かった。大川らの研究¹⁰⁰⁾では、たわみ性のアスファルト舗装よりも剛性のコンクリート舗装での根上がり発生割合が低いという結果を報告している。中山らの研究¹⁰¹⁾では、密粒度舗装、ブロック舗装、透水性舗装の順に根上がり発生割合が高いと報告している。本研究では密粒度と透水性に区別せず調査を行ったため、既往研究との比較をすることができず、今後はアスファルトの種類にも着目することが課題である。

街路樹の大きさについては、図3-2に示した周囲長が大きくなるほど根上がりの発生割合が高くなるというトウカエデの結果と、ある程度の周囲長に達すると発生割合が一定になるというイチヨウの結果は、周囲長が大きくなるにつ

れ被害発生樹木率も高くなる傾向にあるが、一定の周囲長に達すると減少に転じるという既往研究¹⁰⁰⁻¹⁰³⁾の報告と類似していた。

3-2-2-5 :

街路樹の根上がりと植樹柵・歩道舗装・歩車道幅員・土壌条件との関連性

対象通りの西大路通における街路環境構成と街路樹の根上がり発生状況の調査結果を表 3-10 および表 3-11 に示した。

西大路通は、植樹柵形状として連続柵が約 8 割、舗装の種類をみるとアスファルト舗装が約 6 割、植樹柵の奥行平均長さが 93cm、歩道幅員約 4m の街路環境である。

トウカエデの街路樹の平均胸高周囲長は、東側 91.0cm、西側 83.2cm であり、根上がりの発生割合は東側 55.6%、西側 44.9%であった。

根上がりの種類別にみても、根元の上根部分のあふれ出し（縁石を巻き込む）は、東側 20.1%、西側 13.1%であり、平均あふれ出し長さは 8.3cm、最大長さは 25cm となっていた。縁石の持ち上げは東側 29.0%、西側 24.4%であり、平均持ち上げ長さは 2.9cm、最大長さは 30cm であった。縁石のずれは東側 25.4%、西側 21.6%、平均長さは 2.6cm、最大長さは 12.0cm であった。歩道舗装の持ち上げは東側 28.4%、西側 26.7%、平均長さ 32.9cm、最大長さ 105.0cm であった。歩道舗装のひび割れは東側 13.0%、西側 10.2%、平均長さ 62.6cm、最大長さ 156.0cm となっていた。

表 3-11 に示したように、歩道舗装の持ち上げおよび歩道舗装のひび割れは 1m 以上の長さに達している箇所もみられた。そこでは植樹柵の奥行を除いた歩道幅員の約 3 分の 1 の範囲に隆起やひびが生じていた。歩道舗装の持ち上げは、全体的に植樹柵の近接部分でみられた。縁石の持ち上げおよび縁石のずれも植樹柵の近接部分でみられ、とくに根元の上根部分の柵外へのあふれ出しは、3-1 の図 3-4 と表 3-2 に示したように、トウカエデに特徴的にみられるものであった。これは、表 3-4 に示した根系特性のうち、垂直分布が浅根型、水平分布が中間型、根系形態が大径の斜出根・垂下根型であることが関係しているのではないかと考えられた¹²³⁾。また、トウカエデは根株から数本の大径の斜出根と水平根が出る根系特性であることも、根上がりの発生に関係していると推察された¹²³⁾。

表 3-10 西大路通における街路環境構成

東西	植樹樹の構成(%)			舗装の構成(%)		歩車道(m)			沿道土地利用
	単独樹	連続樹	奥行	インターロッキングブロック	アスファルト	歩道幅員：平均±標準偏差	車道幅員：平均±標準偏差	道路種類	住居地域 近隣商業地域 商業地域
東側	14.2	85.8	平均値 93.4 中央値 85.0	37.9	62.1	4.1±0.4	19.7±1.5	主要市道	住居商業 近隣商業
西側	18.2	81.8		47.2	52.8	4.4±0.5			

表 3-11 西大路通におけるトウカエデ街路樹の根上がり発生状況

東西	根上がりの種類別の割合と本数：%(本数)						平均周囲長(cm) 平均±標準偏差	調査総数
	根上がり発生数 (各種類間の重複を除く)	根元あふれ	縁石持上げ	縁石ずれ	歩道持上げ	歩道ひび		
東側	55.6%(94)	20.1%(34)	29.0%(49)	25.4%(43)	28.4%(48)	13.0%(22)	91.0cm ±31.3cm	169
西側	44.9%(79)	13.1%(23)	24.4%(43)	21.6%(38)	26.7%(47)	10.2%(18)	83.2cm ±30.8cm	176
根上がりの程度：最大長さ(cm)		25.0cm	30.0cm	12.0cm	105.0cm	156.0cm		
根上がりの程度：平均長さ(cm) ±標準偏差		8.3cm ±5.9cm	2.9cm ±3.1cm	2.6cm ±1.8cm	32.9cm ±14.6cm	62.6cm ±45.4cm		

表 3-12 と図 3-13 には、3-2-2-3 において示した、西大路通のボーリング調査データからみた深度ごとの土質構成を示した。表 3-12 には、併せて、最も地表に近いボーリングデータ深度 0.5m における土質別の根上がり発生割合を示した。

この表をみると、砂質土での根上がり発生割合は 44.6%、粘性土では 23.3%、有機質土では 71.4%であり、有機質土での根上がり発生割合が最も高いという結果であった。

表 3-13 から表 3-15 には、深度 0.5m における土質ごとの他条件について、植樹柵の平均奥行長さおよび街路樹の平均胸高周囲長、平均土壌硬度の一元配置分散分析と多重比較 (Tukey 法) を行った結果を示した。

表 3-13 をみると、調査対象通りにおける砂質土の場合の平均植樹柵奥行長さは 98.9cm、粘性土では 96.5cm、有機質土では 105.9cm であり、表 3-14 をみると、砂質土の場合の平均胸高周囲長は 78.9cm、粘性土では 73.0cm、有機質土では 108.5cm であった。表 3-15 をみると、砂質土の場合の土壌硬度相対値は 1.9、粘性土では 6.4、有機質土では 2.4 であった。

表 3-13 に示したように、植樹柵の奥行には有意な差はみられなかったが、表 3-14 では有機質土における平均胸高周囲長が砂質土および粘性土の場合と比較して有意に大きく、これが発生割合の差異につながっていると考えられた。なお、有機質土壌において平均胸高周囲長が最も大きいという結果については、有機質土壌での樹木の生育が他の土質よりも良好であることが予想され¹¹⁾、他の土質条件との数年間の生長率の差といった観点からの調査が今後必要であると思われる。また、表 3-15 をみると、有機質土に次いで根上がり発生割合が高かった砂質土では、粘性土と比較して土壌硬度が有意に低い結果が示され、これが発生割合の差異につながっていると考えられた。既往研究¹³⁵⁾ においては、砂質土の場合は、根は水分を求めて深く入り、粘性土の場合は、根系の発達がせまく浅いとされている。根系の範囲と土質との関係が、本調査対象の根上がりの発生割合にも影響している可能性が考えられた。

表 3-12 西大路通のボーリングデータからみた深度ごとの土壌構成と根上がり発生割合

深度		土質：%（本数）				合計本数	平均土壌硬度	平均地下水水位
		砂質土・礫	粘土・シルト	有機質土	その他			
0.5m	平均土質割合	35.2%(81)	32.2%(74)	9.1%(21)	23.5%(54)	230	4.0	2.5m
	根上がり率	44.6%	23.3%	71.4%				
1.0m	平均土質割合	42.9%(99)	37.2%(86)	9.5%(22)	10.4%(24)	231	5.1	
1.5m	平均土質割合	51.3%(116)	39.8%(90)	4.0%(9)	4.9%(11)	226	10.3	
2.0m	平均土質割合	50.7%(115)	40.5%(92)	4.4%(10)	4.4%(10)	227	14.7	

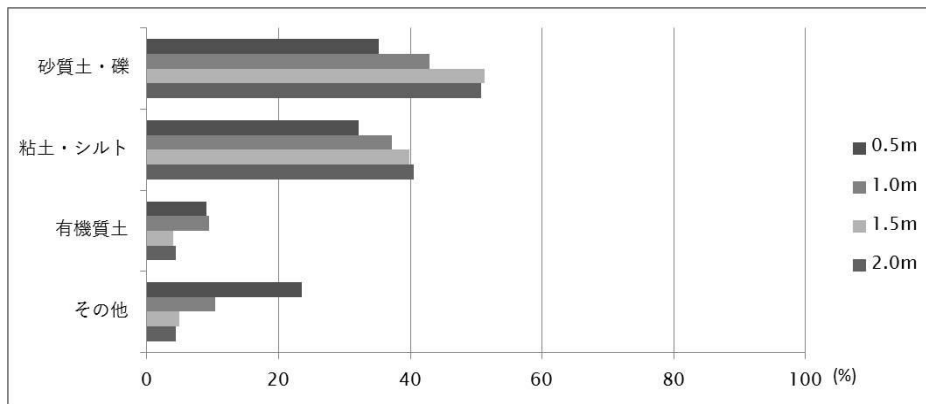


図 3-13 西大路通のボーリングデータからみた深度ごとの土質構成

表 3-13 西大路通のボーリングデータからみた土質別の植樹樹奥行比較

	根上がり率	平均植樹樹奥行	標準誤差	F 値	P 値	多重比較判定
砂質土	44.6%	98.9cm	4.9cm	0.437	0.646	
粘性土	23.3%	96.5cm	3.2cm			
有機質土	71.4%	105.9cm	13.3cm			

** $p < .01$

表 3-14 西大路通のボーリングデータからみた土質別の周囲長比較

	根上がり率	平均周囲長	標準誤差	F 値	P 値	多重比較判定
砂質土	44.6%	78.9cm	3.3cm	12.616	0.004	**]**
粘性土	23.3%	73.0cm	3.4cm			
有機質土	71.4%	108.5cm	4.3cm			

** $p < .01$

表 3-15 西大路通のボーリングデータからみた土質別の土壌硬度比較

	根上がり率	平均土壌硬度	標準誤差	F 値	P 値	多重比較判定
砂質土	44.6%	1.9	0.1	10.814	0.000	**]
粘性土	23.3%	6.4	1.0			
有機質土	71.4%	2.4	0.3			

** $p < .01$

表 3-16 には、ボーリングデータからみた土壌硬度（N 値）とトウカエデ街路樹の根上がりの程度（長さ）との相関についての結果を示した。また、同表には併せて、地下水位、街路樹の胸高周囲長、植樹樹の奥行長さとの相関についての結果を示した。

この表をみると、土壌硬度と根上がりの程度に有意な相関がみられたものは、深度 1.5m の土壌硬度と根元のあふれ出し、深度 2.0m の土壌硬度と歩道舗装の持上げであった。根元のあふれ出しは、土壌硬度と 0.532 ($p < 0.01$) の正の相関がみられ、歩道舗装の持上げは、土壌硬度と -0.385 ($p < 0.05$) の負の相関がみられた。

地下水位は、根元のあふれ出しと 0.445 ($p < 0.05$) の正の相関がみられた。他条件に関しては、深度 1.5m の土壌硬度と胸高周囲長に 0.316 ($p < 0.05$) の正の相関がみられた。また、植樹樹の奥行長さおよび樹木の幹の胸高周囲長に関しては、根上がりの程度との有意な相関はみられなかった。

根元のあふれ出しは、植樹樹下および近接した歩道下の土壌硬度が硬いほどその程度が大きくなるという可能性がみられ、これは植樹樹下に根系が伸長しづらく地上部分での樹体維持および過度な肥大生長¹²⁴⁾が生じているためではないかと考えられる。歩道の持上げや歩道のひび割れは、主に水平方向に広がる根系によるものであり、植樹樹外の歩道下の土壌硬度が小さいほどその程度が大きくなる可能性がみられ、これは歩道下で広く伸長しやすいほど根量や根の周囲長も生長するためであるとも考えられる。また、既往研究¹³⁵⁾においては、地下水位が高いと直根が地中に入らず、側根が地下水面上に発達し、高木は上長生長を抑制されるといわれている。

しかし、いずれについても中程度の相関であり、今後、トウカエデとともに同様の根系特性をもつ街路樹も対象とした詳細な調査が必要である。



写真 3-4 トウカエデの街路樹の根元のあふれ出し

表 3-16 西大路通におけるボーリングデータからみた土壌硬度・周囲長・植樹の奥行・地下水位と根上がりの程度との関連性

深度 0.5m	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび	N 値
N 値	0.305	-0.233	-0.220	-0.064	-0.514	
胸高周囲長	0.029	0.165	0.392	0.07	0.273	0.108
植樹奥行	0.221	0.089	-0.277	-0.182	-0.340	
深度 1.0m	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび	N 値
N 値	0.167	-0.177	-0.226	0.042	-0.315	
胸高周囲長	0.331	0.083	0.278	0.122	0.410	0.043
植樹奥行	0.061	0.121	-0.298	0.110	-0.377	
深度 1.5m	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび	N 値
N 値	0.532**	0.075	0.285	-0.165	0.044	
胸高周囲長	0.350	-0.029	0.151	0.016	0.222	0.316*
植樹奥行	-0.210	0.140	-0.164	-0.082	-0.404	
深度 2.0m	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび	N 値
N 値	-0.07	0.209	-0.295	-0.385*	-0.384	
胸高周囲長	0.344	-0.029	0.129	0.013	0.221	0.133
植樹奥行	-0.218	0.139	-0.205	-0.083	-0.430	
地下水位	根元 あふれ	縁石 持ち上げ	縁石ずれ	歩道 持ち上げ	歩道 ひび	胸高 周囲長
	0.445*	-0.149	0.144	0.047	-0.480	-0.120

* $p < .05$ ** $p < .01$

3-3：まとめ

本章 3-1 では、調査対象地における街路樹の根上がりの発生状況を把握し、3-2 では、街路樹の根上がりの発生と植栽環境条件との関連性の検討を行った。

3-1 の街路樹の根上がりの発生状況について、樹種別にみた胸高周囲長と根上がりの発生割合をみると、イチョウは周囲長が大きくなるほど根上がりの生じる割合が高く、90cm を超えると一定になるが、トウカエデでは周囲長が大きくなるほど根上がり発生割合が高くなる傾向がみられた。ユリノキでも、周囲長の大きさによって同様の傾向がみられたが他の 2 樹種と比較するとばらつきがみられた。周囲長が大きくなるに従って根上がり発生割合が高くなる傾向は、既往研究^{97)・101)}の報告と類似している。

調査対象とした 2,340 本の街路樹全体の根上がり発生割合をみると、イチョウが 32.2%、トウカエデが 50.1%、ユリノキが 40.9%であった。また、イチョウとトウカエデは既往研究^{99)・100)・101)}において根上がり発生割合が高い樹種であると報告されており、ユリノキに関しては既往研究^{100)・103)・104)}によって違いがみられた。一方、他の既往研究⁹⁹⁾においては、同程度の植栽幅員における樹高および周囲長別の障害率の関係は明確ではなく、根上がり発生の要因として樹木形状以外の要因が含まれていると考えられるという報告もみられた。

樹種ごとの根系の特性¹²³⁾と根上がりの種類別の発生割合をみてみると、歩道舗装のひび割れ、歩道舗装の持ち上げ、縁石のずれ、縁石の持ち上げ、根元のあるふれ出しの全ての項目においてトウカエデの根上がり発生割合が高い結果であった。これはイチョウとユリノキの根系垂直分布が深根性であるのに対して、トウカエデの根系垂直分布が浅根性であることが関係していると考えられた。とりわけ、上根部分が縁石と歩道舗装の上へと伸長生長していく根元のあるふれ出しはトウカエデに特徴的にみられた形態であった。

3-2 の植栽環境条件について、調査対象地における植樹樹、歩道舗装、歩車道幅員、日照条件、土壌条件それぞれの調査結果を示したのち、根上がり発生状況と各植栽環境条件との関連性の検討結果を示した。

3-2-2-4 では、調査対象通り別にみると、根上がりの発生割合は通りの歩車道幅員、樹種、周囲長に影響を受けていることが示唆された。通り別に比較が可能なイチョウに着目すると、根上がり発生割合の高い千本通は単独樹を中

心とした通りであり、歩車道幅員が対象通りのなかで最も狭い環境であった。千本通は単独樹のみで構成されている白川通と比較して街路樹の平均周囲長は小さく、歩道の狭さが主要因と考えられた。根上がり発生割合が最も低い東大路通は、連続樹を中心とした通りであり、街路樹の平均周囲長が対象通のなかで最も小さく、これが主要因であると考えられた。

植樹樹と舗装の種類を組み合わせ別に街路樹の根上がり発生状況を比較すると、イチョウは、連続樹とインターロッキングブロック舗装の場合の根上がり発生割合が比較的低い傾向にあることが示された。既往研究¹⁰⁴⁾においても、アスファルト舗装とインターロッキングブロック舗装では、インターロッキングブロック舗装での根上がり発生報告数のほうが少ないことが示されている。

また、イチョウとトウカエデの樹種でみた単独樹と連続樹における根上がり発生割合について、イチョウは単独樹での根上がり発生割合が高い結果であり、トウカエデは統一した傾向がみられなかった。既往報告においては、土地利用上分断される場合があるが、連続した植栽樹とすることが望ましいと提言されているもの¹³⁸⁾、単独樹と連続樹で障害率に差はなかったとされているもの⁹⁹⁾があり、樹種や他条件の違いによる影響が考えられる。

日照条件については、一部の範囲で年間累積日射量が増加するほどトウカエデの根上がり発生割合が増加する傾向がみられた。しかし、全体的には年間累積日射量の増減に伴って根上がり発生割合が増減するという傾向はみられなかった。また、日照条件の検討のため、街路樹の胸高周囲長、植樹樹の種類、舗装の種類を統一し、根上がりの発生している街路樹と根上がりの発生していない街路樹の受ける年間累積日射量を比較した。その結果、歩道面から段差のある形状の花壇型植樹樹の場合、根上がりの発生している街路樹の受ける年間累積日射量が有意に多い結果が示された。花壇型植樹樹は樹の外側からの圧力がない形状であり、根系生長による破損が起きやすい可能性がある。歩道面から段差のない最も一般的な単独樹と連続樹の植樹樹形状では、根上がりの発生に対する日照条件の直接的な影響は小さいことが示唆されたが、花壇型植樹樹の結果から、年間累積日射量の多い環境の街路樹のほうが、根の生長分布が大きいのではないかと考えられた。単独樹および連続樹と比較すると、花壇型の場合では縁石のずれが多く発生しており、この縁石のずれも、樹の外側からの

圧力がない形状であることが要因であると考えられた。樹木の根の量は幹の胸高断面積と相関が大きいという報告¹³⁹⁾もあるが、前述の有意差から、同程度の周囲長の街路樹においても年間累積日射量の多いもののほうが根の生長分布が大きい可能性が考えられた。しかし、本調査における年間累積日射量の有意差が街路樹の根系生長にとって影響のある差か否かという点については断定することができない。

3-2-2-5では、多点では行われにくい掘削調査による土壌調査結果を建築行為や災害対策のために行われるボーリング調査の結果で補完することを試みた。このボーリングデータからみた各種土壌条件とトウカエデ街路樹の根上がり発生状況との関連性を検討した結果、本対象地においては、土質別にみると有機質土、砂質土、粘性土の順に根上がり発生割合が高い結果となった。

土壌硬度との関係については、根元のあふれ出しの項目は土壌硬度と中程度の正の相関がみられた。さらに、歩道舗装の隆起の項目は土壌硬度と中程度の負の相関がみられ、植樹柵下および近接した歩道下の土壌硬度が硬いほどその程度が大きくなるという可能性がみられた。これは植樹柵下に根系が伸長しづらく地上部分での樹体維持および過度な肥大生長¹²⁴⁾が生じているためではないかと考えられる。歩道の持上げや歩道のひび割れは、主に水平方向に広がる根系によるものであり、植樹柵外の歩道下の土壌硬度が小さいほどその程度が大きくなる可能性がみられ、これは歩道下で広く伸長しやすいほど根量や根の周囲長も生長するためであるとも考えられる。地下水位との関係については、根元のあふれ出しの項目が地下水位と中程度の正の相関がみられた。これは、地下水位が低いほど根元のあふれ出しの程度が大きくなる可能性を示している。樹木は、透水性および排水性不良の場合、地中に水が溜まって空気が入らなくなると酸素がなくなり、根が呼吸できなくなるとともに嫌気微生物の働きによる害作用も生じるとされている。そのため、排水性の良さは全ての樹種にあてはまる重要な植栽基盤要素であり、構造的に地下水位の高い場所においては排水処理や湿地に耐える植栽を行う必要があるとされている^{11)・12)}。

土質ごとの他の条件については、有機質土における平均胸高周囲長が有意に大きく、これが発生割合の差異につながっていると考えられた。有機質土に次いで根上がり発生割合が高かった砂質土では、粘性土と比較して土壌硬度が有

意に低い結果が示され、この点が根上がり発生割合の差異につながっていると考えられた。

しかし、ボーリングデータは街路樹に対して調査データ数が限られるため、今後、同樹種もしくは同様の根系特性をもつ他樹種での詳細な検討が必要であると思われる。

第 4 章 総合考察

第 4 章 総合考察

本章では、第 2 章と第 3 章で得られた結果と知見をまとめるとともに、両章での結果と考察に基づいて、街路樹の植栽環境整備に関する課題をまとめる。

4-1：本調査対象

街路樹は、限られた幅と深さで土壌改良された植樹柵内に生育していることが多く、地上部の生長に伴って樹体維持や養水分摂取のために根系が柵外へと伸長し、歩道舗装や縁石に影響をおよぼす。本研究は、街路樹に関する諸課題のひとつである根系による歩道の破損とその生育環境を対象に、市民の街路樹の根上がりに対する課題認識度および街路樹の根上がり発生状況、街路樹の生育に関わる植栽環境条件の調査を行った。

4-2：街路樹の根上がりに対する市民の課題認識についてのまとめ

街路樹が植栽されている主要沿道の市民に対する質問紙調査の結果から、全体の認識度に関しては、回答者の 9 割が街路樹の周辺での歩道の破損や隆起を認識しており、回答者の 6 割が街路樹の根系生長によるものであることを認識していることが明らかになった。回答者のうち、3 割の人々が自転車での通行のしづらさ、歩きづらさを感じており、2 割の人々が歩道の隆起によって躓いた経験があった。改善要望としては歩道の隆起が 5 割と最も多く挙げられ、保護盤の隆起や歩道幅員の狭小さが順に挙げられた。

対象とした通り別に回答結果をみると、歩道の破損や隆起に対する認識度が最も高い通りは下鴨本通であり、実際の根上がり発生状況の調査結果においても、根上がり発生割合の最も高い通りは下鴨本通であった。他の通りを含めて、通り別にみた回答割合の順と通り別にみた実際の根上がり発生割合の順が対応していた。改善要望に関しても、歩道の隆起を改善してほしいという回答割合が最も高い通りは下鴨本通であり、他の通りも含めて通り別にみた改善要望の回答割合の順と通り別にみた歩道側の根上がり発生割合の順が対応していた。改善要望の内容を確認していくと、根上がりの発生割合が比較的高い通りでは、より具体的で直接的な要望が寄せられ、根上がりの発生割合が比較的低

い通りでは、総合的な要望が寄せられていた。加えて、各設問における自由記述回答と根上がり発生状況を確認すると、歩道の破損状態の違いが、通りごとの意見の差異につながっていると考えられた。

また、自由記述回答のなかでは、市民から街路の利用空間としての意見のみではなく、街路樹に対して「自然として受け止める、木の生命力を感じる、樹根を大切にしてほしい」といった意見も挙げられた。

本調査の背景として、街路樹の良好な維持管理においては、人々の理解と協力が必要かつ重要といえる。しかしながら、街路樹をめぐる課題点として人々の関心の薄さが指摘されており、街路樹の地上の枝葉部分への関心と比較して地下や地表部分の根系への関心度はさらに一層低いものと予想された。しかし、本調査を通して、おもな生活圏と考えられる通りごとにその植栽環境と街路樹の状態が課題認識と関連していることが示唆され、主要沿道に住む市民から街路樹の根上がりという現状が街路空間における一課題として認識されていることが明らかになったといえる。

4-3：街路樹の根上がりと植栽環境条件との関連性についてのまとめ

対象地における街路樹の根上がりの発生状況の調査結果から、樹種別にみた胸高周囲長と根上がり発生割合をみると、対象とした3樹種ともに周囲長の大きさに伴って、根上がり発生割合が増加することが示された。イチヨウは、一定の周囲長に達すると以降の根上がり発生割合が同程度となり、トウカエデでは周囲長の増加に従って根上がり発生割合が増加していた。ユリノキでは他の2種と比較すると増減にばらつきがあった。対象とした3樹種のなかで、根元のあふれ出し、縁石の持ち上げ、縁石のずれ、歩道舗装の持ち上げ、歩道舗装のひび割れの全ての項目においてトウカエデの根上がり発生割合が高い結果であった。これは、一要因としてイチヨウとユリノキの根系分布が深根性であるのに対して、トウカエデの根系分布が浅根性であることが関係していると考えられた。

対象地における植栽環境条件の調査結果から、対象通り別にみると、根上がりの発生割合は通りの歩車道幅員、樹種、周囲長に影響を受け、対象街路樹全体およびイチヨウの場合をみると、連続柵とインターロッキングブロック舗装

の場合の根上がり発生割合が比較的低い傾向にあることが示された。

日照条件との関連性については、一部の範囲で年間累積日射量が増加するほどトウカエデの根上がりの発生割合が高くなる傾向がみられたものの、全体としては日射量の増減に伴う根上がり発生割合の増減との関係は明確ではなかった。根上がりの発生している街路樹と根上がりの発生していない街路樹の年間累積日射量を比較したところ、単独樹と連続樹の植樹樹形状の場合は、根上がりの発生に対する日照条件の直接的な影響は少ないことが示唆された。一方、歩道面から段差のある形状の花壇型では、根上がりが生じている街路樹の受ける年間累積日射量が有意に多い結果が示された。これは、花壇型が樹の外側からの圧力がない形状であり、樹を囲む縁石のずれが比較的多く発生していることから、年間累積日射量の多い環境の街路樹の方が、根の分布が大きいのではないかと考えられた。

土壌条件については、多点では行われにくい掘削調査による土壌調査をボーリング調査のデータを用いて補完することを試みた。本調査対象地において、土質別にみても、有機質土、砂質土、粘性土の順に根上がり発生割合が高いという結果が示された。有機質土では街路樹の平均胸高周囲長が有意に大きく、これが根上がり発生割合の差異につながっていると考えられた。砂質土に関しては、粘性土と比較して土壌硬度が有意に低く、この点が根上がり発生割合の差異につながっていると思われた。土質硬度との関係については、根元のあふれ出しの程度が土壌硬度と正の相関がみられ、歩道舗装の隆起の程度が土質硬度と負の相関がみられた。これは、対象とした根系の垂直分布と水平分布の特性との関連性があると推察された。地下水位との関係については、根元のあふれ出しと正の相関がみられた。これは、地下水位の高い環境と比較して、街路樹木に適した地下水位の低い環境において、根の分布が大きい可能性が考えられた。

4-4：今後の課題および展望

施工・維持管理の実務における技術者の判断と学術論文の役割について、石井（2016）¹⁴¹⁾は、街路樹を例とし、現場においては管理者と現場技術者による現場ごとの判断が求められるが、経済性、社会性、安全性の要因が偏重して

いと判断が難しくなる場合があり、その判断の基礎的、客観的情報としての学術論文の援用は有効に機能すると述べている。また、都市における大径木の維持管理の方法に関しては、近年急激に発生した現代的な課題であり、その現状に関する客観的データの蓄積は多くはなく、現場において学術論文をどのように利用し、現場技術者の経験則や勘と照らし合わせて妥当性をどのように確かめるか、現場の課題を学術論文としてどのように表現していくかということとは大きな課題であると指摘している。

本研究では、4-2で示した質問紙調査を通して、街路樹の根上がりという現状が街路空間における一課題として、市民から認識されていることが明らかになった。なお、本調査は街路樹の根上がりに対する基礎的な意識調査であったため、今後は、街路の利用状況に関する調査や具体的な根上がり改善工法への意見、街路樹に対する経済的観点からの評価といった調査を行う必要がある。

4-3で示した街路樹および植栽環境調査からは、街路樹の根上りの発生状況と植栽環境条件としての植樹桝、舗装、日照条件、土壌条件に関する基礎的知見が得られた。植樹桝と舗装については、イチョウの街路樹で検討した結果、連続桝とインターロッキングブロック舗装の組み合わせにおける根上がり発生割合が低い傾向がみられ、且つ、歩道面から段差のある植樹桝形状の場合に日射量の多い環境における街路樹の方で根系生長が大きい可能性が示された。また、トウカエデの街路樹で検討した結果、土質と土壌硬度の違いによって根上がり発生割合に差異がみられ、土壌硬度と地下水位の違いによって根上りの程度に関連性がみられた。これらの結果から、今後は、街路樹の「樹種」、「根系特性」、「根上りの形態」を考慮し、街路樹そのものの特徴を把握した上で、『植樹桝や舗装の選択』、『基盤改良』を行っていく必要がある。樹種ごとの根系特性によって、土や骨材をどの範囲へ充填していくかといった具体的な検討および応用へつなげていくことが出来るのではないかと考えた。そのためには、数年間の街路樹および根系の生長率を踏まえた調査や、同樹種もしくは同様の根系特性をもつ他樹種、異なる根系特性をもつ他樹種での詳細な調査データの蓄積が重要である。

さらに、街路樹と街路空間を俯瞰的にみると、歩道条件が望ましい環境の場合は緑陰樹として機能する高木街路樹を植栽し、厳しい環境の場合は限られた

空間での緑化として低木や草花などを植栽するといった樹木そのものの選び方や植栽の配置への工夫も重要になってくる。日本の緑の文化に視点を移してみると、庭園や盆栽の技術では、樹木自体の健全な生育のバランスを保ちつつ、樹木に一定の負荷をかけながら造形美を創出している。今後、街路樹についても、植栽の現場に携わる事業者の経験則と学術研究の知見を照らし合せながら、都市空間における公共の緑の文化として共生のバランスをみつけていく必要がある。

ランドスケープの空間は、地理的環境や気候といった自然環境条件や歴史、文化といった人文的条件と深く関わり合いながら形成され、時間の中で変化していき、ある場所での計画方法や維持管理方法、課題解決方法を他の全ての空間へ当てはめることは難しいといわれている。都市空間で生育する樹木の維持管理についても、その研究蓄積が少ないことから、今後も学術と現場、分野を越えた考え方や技術の共有が重要になってくる。

本研究においては、人々の利用空間としての側面と緑の生育空間としての側面から、今後の街路樹の維持管理へ向けた基礎的知見を示すことが出来たといえよう。

引用・参考文献

- 1) 京都市 (2010) : 京都市緑の基本計画, 京都市建設局, 1-5
- 2) 芦原義信 (1983, 2001) : 続・街並みの美学, 岩波書店, 92
- 3) 田村明 (2005) : まちづくりと景観, 岩波書店, 166-167
- 4) 国土交通省 (1994) : 緑の政策大綱ホームページ
<www.mlit.go.jp/crd/park/joho/seisaku/> (2016 最終確認)
- 5) 森本幸裕, 白幡洋三郎 (2007) : 環境デザイン学, 朝倉書店, 27-29, 87-91, 106-122
- 6) 三村浩史 (2005) : 地域共生の都市計画第二版, 学芸出版社, 21-26, 62-72, 73-83
- 7) 田村明 (1984) : 都市の個性とは何か-都市美とアーバンデザイン-, 岩波書店, 128-129, 272
- 8) 久保貞, 呉明雲, 安部大就, 中瀬勲, 上甫木昭春, 伊藤康則 (1983) : 都市のらしさと緑地景観に関する研究, 造園雑誌 47 (5), 177-182
- 9) 石川幹子 (2003) : 街路景観と並木道, 国際交通安全学会誌 28 (4), 289-297
- 10) 亀野辰三, 八田準一 (1997) : 街路樹・みんなでつくるまちの顔, 公職研, 21-31, 143
- 11) 山本紀之 (1998) : 街路樹, 社団法人日本造園建設業協会監修, 技報堂出版, 4-13
- 12) 亀山章編 (2000) : 街路樹の緑化工~環境デザインと管理技術~, ソフトサイエンス社, 26-31, 97
- 13) 大坪紘子, 秋本周, 堀繁 (2002) : 安藤広重「東海道五十三次」における道路植栽の特徴, ランドスケープ研究 65 (5), 769-772
- 14) 白幡洋三郎 (1995) : 近代都市公園史の研究-欧化の系譜-, 思文閣出版, 285-381
- 15) 飯沼二郎, 白幡洋三郎 (1994) : 日本文化としての公園, 八坂書房, 88-95
- 16) 坂井文 (2004) : ロンドンの近代都市公園計画におけるスクエアの影響に関する歴史的研究, ランドスケープ研究 67 (5), 439-442
- 17) 亀野辰三 (1998) : 街路樹景観に着目した街路のプロポーションに関する

研究，大分大学大学院博士論文，13-31

- 18) 藤森照信（1990）：明治の東京計画，岩波書店，27-28
- 19) 工藤豊，下村彰男，小野良平（2008）：戦前期の新聞記事にみる都市住民と街路樹との関わりの変遷に関する研究，ランドスケープ研究 71（5），769-772
- 20) 福富久夫（1958）：街路樹に関する調査，千葉大学園芸学部学術報告 6，10-22
- 21) 栗原正夫，武田ゆうこ，久保田小百合（2014）：わが国の街路樹VII-2.道路緑化樹木の推移，国土交通省国土技術政策総合研究所資料 780，69-77
- 22) 豊原稔，藤原宣夫，田中隆，村上暁信，渡辺達三（2001）：わが国における街路樹種の近年の動向，ランドスケープ研究 64（5），793-796
- 23) 木部直美，藤原宣夫，田中隆（2001）：全国の道路緑化に用いられる樹木の変遷，日本緑化工学会誌 27（1），373-376
- 24) 豊原稔，村上暁信，渡辺達三（2002）：道路種別にみた街路樹整備の動向について，ランドスケープ研究 65（5），723-726
- 25) 上野衣知子，市古太郎，中林一樹（2003）：東京区自治体管理道路における街路樹及び街路緑化の増加とその特性，日本建築学会大会学術講演梗概集，339-340
- 26) 米山正寛（2009）：初めて減少変わる街路樹，朝日新聞 2009年10月31日朝刊，4
- 27) 上野裕介，曾根直幸，栗原正夫（2014）：市町村のシンボル樹種からみた日本人の自然観の地域性・時代性とランドスケープへの影響，ランドスケープ研究 77（5），619-622
- 28) 藤崎健一郎，片岡紗織，勝野武彦（2010）：街路樹の植栽形式と樹種選定に関する住民と専門家の視点の差異，日本緑化工学会誌 36（1），215-218
- 29) 日本造園学会阪神大震災調査特別委員会（1995）：公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告，日本造園学会，163pp.
- 30) 藤崎健一郎，半田真理子（1994）：公園，街路等の植栽が微気象に及ぼす影響，造園雑誌 57（5），151-156
- 31) 水野真広，小松義典（2012）：低木の街路樹による歩行空間の熱環境改善

- の効果の検討, 日本建築学会東海支部研究報告書 50, 381-384
- 32) 熊倉永子, 中大窪千晶, 梅干野晃 (2010): 木漏れ日に着目した単木落葉樹の日射遮蔽に関する数値解析: ランドスケープ研究 73 (5), 573-576
- 33) 福井亘, 西野冴 (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
- 34) 井手任, 根本泰人, 井手久登 (1984): 横浜市における街路樹の生態学的多様性について, 造園雑誌 47 (5), 89-94
- 35) 藤原宣夫, 田代順孝 (1984): 好ましさをからみた道路植栽の形状に関する考察, 造園雑誌 47 (5), 263-268
- 36) 下村泰彦, 増田昇, 安部大就, 前田俊寛 (1990): 公共施設における接道部緑化に関する研究, 造園雑誌 53 (5), 353-358
- 37) 藤田佳宏, 吉田聡, 佐士原聡 (2012): 街路空間の緑化が歩行者の景観印象評価に及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 899-900
- 38) 遠藤裕志, 山田宏之 (2008): 街路樹のある街路空間における現地・スライド評価実験による心理評価の比較研究, ランドスケープ研究 71 (5), 675-678
- 39) 増田昇, 下村泰彦, 安部大就 (1989): 都市景観形成に係る街路緑化手法に関する研究, 造園雑誌 52 (5), 318-323
- 40) 雨宮護, 横張真, 渡辺貴史 (2001): 沿道土地利用の違いからみた街路樹の修景効果の解明, ランドスケープ研究 64 (5), 787-792
- 41) 亀野辰三, 熊野稔, 岩立忠夫, 松井万里子 (2000): 運転者から見た分離帯高木植栽の景観イメージの評価, ランドスケープ研究 64 (5), 783-786
- 42) 久保貞, 安部大就, 宮崎研一, 中瀬勲, 上甫木昭春, 伊藤康則 (1985): 大都市の日常生活圏における緑地景観形成に関する基礎的考察, 造園雑誌 48 (5), 300-305
- 43) 李力, 下川敏雄, 楊鶴, 黒木学, 大山勲, 北村眞一 (2013): 日本および中国での身近な街路景観の認知特性に対する物理的要因評価: 東京 23 区と成都市の国際比較, 日本感性工学会論文誌 12 (3), 369-378
- 44) 下村泰彦, 増田昇, 安部大就 (1989): 歩行行動特性に基づく街路緑化形態

- に関する研究, 造園雑誌 52 (5), 324-329
- 45) 安部大就, 増田昇, 下村泰彦 (1990): フォトモンタージュ法による街路修景・緑化モデルに関する研究, 造園雑誌 53 (5), 245-250
 - 46) 下村泰彦, 増田昇, 山本聡, 安部大就, 田村省二 (1992): フォトモンタージュ法を用いた街路修景・緑化手法に関する研究, 造園雑誌 55 (5), 289-294
 - 47) 福井恒明, 松江正彦, 内藤充彦 (2007): 歴史的街路の印象を演出する緑の導入手法に関する研究, 景観・デザイン研究講演集 3, 253-264
 - 48) 福井恒明, 松江正彦, 内藤充彦 (2008): 歴史的街路の印象に与える緑の導入効果に関する研究, 景観・デザイン研究講演集 4, 243-250
 - 49) 坂口次郎, 鈴木雅和 (1994): 筑波研究学園都市における2本立街路樹に関する植栽デザインの評価, 造園雑誌 57 (5), 247-252
 - 50) 毛利洋子, 今井洋人, 星野裕司, 小林一郎 (2007): 愛着を育む仕掛けとしての街路デザイン, 景観・デザイン研究講演集 3, 119-124
 - 51) 古賀元也, 鳩心治, 多田村克己, 大貝彰, 松尾学 (2008): 景観まちづくりにおける空間イメージ共有手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集 73 (633), 2409-2416
 - 52) 国土交通省 (2005): 道路デザイン指針 (案),
<<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/kokudokeikan/>> (2016 最終確認)
 - 53) 近藤三雄, 小林毅夫, 小沢知雄 (1977): 緑のもたらす心理的効用に関する基礎的研究I, 造園雑誌 40 (4), 32-39
 - 54) 池田恵理子, 孫涛, 宗方淳, 秋田剛, 平手小太郎 (2007): 木漏れ日に対する認識と印象評価に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 65-58
 - 55) 浅川昭一郎 (1986): 都市住民の緑の意識に関する研究, 造園雑誌 50 (1), 34-38
 - 56) 近江慶光, 丸田頼一 (1990): 住居系市街地における高木が住民意識に与える影響, 造園雑誌 53 (5), 347-352
 - 57) 西田岳夫, 依田浩敏 (1996): 地方都市における街路樹の実態調査と緑に対する意識調査-福岡県飯塚市を対象として-, 日本建築学会大会学術講演

梗概集（近畿），1003-1004

- 58) 日本造園建設業協会編（2008）：都市緑化ハンドブック（街路樹編）美しい街路樹をつくる-樹形のつくり直し，環境緑化新聞/（株）インタラクシオン，128pp.
- 59) 日本造園建設業協会編（2011）：街路樹剪定ハンドブック美しい街路樹づくりに向けて，日本造園建設業協会，150pp.
- 60) 藤井英二郎，山下得男，古関堅治，安蒜俊比古，冲中健，浅野二郎（1987）：トウカエデの樹形形成に関する形態学的研究，造園雑誌 50（5），149-154
- 61) 藤井英二郎，安蒜俊比古，山下得男，浅野二郎（1988）：トウカエデの樹形形成に及ぼす剪定の影響，造園雑誌 51（5），168-173
- 62) 藤崎健一郎，津久井敦士，勝野武彦（2000）：剪定方法の異なる街路樹に対する住民意識の差異，ランドスケープ研究 63（5），679-682
- 63) 山田真理子，下村泰彦，加我宏之，増田昇（2012）：街路樹が「自然相似樹形仕立て」で成立する道路環境条件の解明，日本造園学会関西支部大会研究事例報告発表要旨集，15-16
- 64) 柳田有沙（2013）：街路樹形の現状と電線類が樹形の好ましさに与える影響について，京都府立大学卒業論文 54pp.
- 65) 瀬古祥子，福井亘，柳田有沙（2016）：樹形および電線類が街路樹の印象へ与える影響についての研究，ランドスケープ研究オンライン論文，4pp.
- 66) 福井亘（2011）：京都市における段階的街路樹剪定への認識調査，兵庫県立淡路景観園芸学校平成 22 年度受託研究報告書，5-12
- 67) 濱田佳奈（2013）：京都市の二段階剪定による街路環境変化の効果と課題，京都府立大学大学院修士論文，122pp.
- 68) 瀬古祥子，福井亘，濱田佳奈（2016）：住民および事業者アンケートにみる街路樹二段階剪定の景観向上効果と課題，ランドスケープ研究オンライン論文，6pp.
- 69) 渡部昌之，輿水肇（2012）：線形緑地の存在が住宅地の地価に与える影響，ランドスケープ研究 75（5），703-706
- 70) 下村孝，小松さち恵，大藪崇司（2004）：京都市における街路樹植樹周辺での住民による植物栽培の実態，人間・植物関係学会雑誌 3（2），6-11

- 71) 松井美奈子, 平田富士男 (2006): 神戸市における市民の植栽利用が街路樹の生育環境に与える影響とその認識に関する研究, ランドスケープ研究 69 (5), 631-634
- 72) 星野誠, 斎藤彰男, 小嶋勝衛, 根上彰生, 宇於崎勝也 (2001): 街路樹の計画・維持管理に関わる市民参加に関する研究-広島市佐伯区コイン通りをケーススタディとして-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 47-48
- 73) 赤澤宏樹, 川口将武, 藤本真里, 上田萌子, 大平和弘, 田原直樹 (2015): 東大阪市におけるテキストマイニングを利用した街路樹管理への市民要望の把握, ランドスケープ研究 78 (5), 741-744
- 74) 渡邊望未, 市村恒士 (2016): 商店街商業者の意識に基づく商店街の活性化に資する街路樹のマネジメントに関する研究, ランドスケープ研究 79 (5), 601-606
- 75) 渡部桂, 福成敬三, 藤原宣夫 (2003): 街路樹のライフサイクルコスト算出方法の検討, 造園技術報告集 2, 136-139
- 76) 大島渡 (2012): 街路樹の被害状況, 日本緑化工学会誌 37 (3), 405-406
- 77) 細野哲央, 小林明 (2009): 東京都道における街路樹による落下直撃事故の実態, ランドスケープ研究 72 (5), 897-900
- 78) 本間啓, 福富久夫 (1957): 街路樹植栽基準に関する考察その1, 造園雑誌 21 (3), 5-8
- 79) 本間啓, 福富久夫 (1957): 街路樹植栽基準に関する考察その2, 造園雑誌 21 (4), 13-17
- 80) 三沢彰, 高倉博史 (1990): 夜間照明による街路樹の落葉期への影響, 造園雑誌 53 (5), 127-132
- 81) 白石さやか, 渡邊泉, 久野勝治 (2002): 東京都内の主要道路における道路粉塵, 街路土壌および街路樹葉の重金属蓄積, 環境化学 12(4), 829-837
- 82) 大政謙次, 田島彰, 宮坂佳代子 (1990): サーモグラフィによる街路樹(仙台市ケヤキ並木)の診断, 農業気象 45 (4) :271-275
- 83) Dou De Quan, 増田拓朗, 守屋均 (2001): 中央分離帯に植栽されたクスノキの生育とその樹形管理, 日本緑化工学会誌 27 (1), 292-295
- 84) 市川薫, 原祐二, ブライアン・P・ヘンリー, アンドルー・J・ストアー (2007):

- 東京 23 区における街路樹ハナミズキの植栽環境と生育状況，ランドスケープ研究 70 (5)，527-532
- 85) 柳瀬友里花，黒田慶子 (2013)：神戸市内の街路樹の生育に関わる環境及び管理的要因，樹木医学研究 17 (2)，72-73
- 86) 輿水肇，吉田博宣 (1998)：緑を創る植栽基盤－その整備手法と適応事例－，ソフトサイエンス社，72
- 87) 中島宏 (2012)：道路植栽の設計・施工・維持管理－安全な街路樹・危険な街路樹－，財団法人経済調査会，77，80，120，203，348
- 88) 丸田頼一 (1994)：都市緑化計画論，丸善，34-38
- 89) 近藤三雄 (1986)：街路樹植栽の基礎とポイント，街路樹並木読本，公害と対策臨時増刊 22 (8)，26-31
- 90) 近藤三雄 (2015)：日本における都市緑化事業の方途・手法・技術の展開と課題-「都市緑化学」構築に向けての序章-，東京農業大学集報 59 (4)，235-253
- 91) 有賀一郎 (2007)：豊かな緑陰街路への再生手法「問題点と解決策」，日本緑化工学会誌 33 (2)，339-341
- 92) 飯塚康雄 (2009)：街路樹の根系と植栽基盤の現況，日本緑化工学会誌 35 (2)，262-266
- 93) 野村徹郎 (2009)：美しい街路樹景観と植栽基盤，日本緑化工学会誌 35 (2)，271-276
- 94) 管尚子 (2009)：街路樹の根上がり対策事例 (歩行者にも樹木にもやさしく)，日本緑化工学会誌 35 (2)，267-270
- 95) 濱野周泰 (2009)：街路樹の改修指針作成時にみる課題，日本緑化工学会誌 35 (2)，259-261
- 96) 横浜市道路局 (2012)：街路樹根上がり対策工特記仕様書，8pp.
- 97) 岩田彰隆，木田幸男，甲野毅，苅住昇 (1996)：ケヤキ街路樹の根系生長が歩道に与える影響，ランドスケープ研究 59 (5)，49-51
- 98) 松江正彦，飯塚康雄 (2008)：樹木の根上がり対策に関する調査，59-64，
<<http://www.nilim.go.jp/lab/ddg/seika/nendopdf/613.pdf>>
- 99) 松江正彦，飯塚康雄 (2008)：樹木の根上がり対策に関する調査，59-64，

<<http://www.nilim.go.jp/lab/ddg/seika/nendopdf/711.pdf>>

- 100) 大川秀雄, 栗原翔真 (2007): 植物による歩道舗装の破壊に関する検討, 舗装 42 (7), 21-24
- 101) 中山由希, 大川秀雄, 保坂吉則, 神立秀明 (2011): 街路樹が歩道舗装に及ぼす影響について, 新潟大学大学院修士論文梗概, 2pp.
- 102) 岡田隼人 (2011): 神戸市内の街路樹の根上がり実態と街路舗装被害の調査-神戸市中央区のクスノキおよびトウカエデを対象として-, 兵庫県立淡路景観園芸学校平成 22 年度受託研究報告書, 15-25
- 103) 久保光 (2009): 県内街路樹の根上がり調査, 福井県雪対策・建設技術研究所, 年報地域技術 22, 59-63
- 104) 新庄智也, 中久保大輔, 石原沙織 (2013): 街路樹による根上がりがアスファルト歩道舗装に及ぼす影響の検討, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, 277-280
- 105) T.B.Randrup, E.G.McPHERSON, L.R.COSTELLO (2001): A review of tree root conflicts with sidewalks, curbs, and roads, Urban Ecosystems, 5, 209-255
- 106) 久保光, 乾義明, 佐治健介 (2009): 道路緑化樹木の生育による歩道舗装の破壊対策(防止)に関する試験研究, 福井県雪対策・建設技術研究所年報「技術」 19, 57-59
- 107) 久保光, 乾義明, 佐治健介 (2009): 道路緑化樹木の生育による歩道舗装の破壊対策(防止)に関する試験研究(その2), 福井県雪対策・建設技術研究所年報「技術」 22, 64-67
- 108) 久保光, 舟木亮太, 中島洋一, 竹内與幸 (2009): 福井市内における街路樹の根上がり再発防止工事の概要, 福井県雪対策・建設技術研究所 年報地域技術 22, 68-71
- 109) 久保光 (2004): 福井県緑化マニュアル(街路樹編)【概要版】, 146-166, <<http://www.fklab.fukui.fukui.jp/yk/publication/download/h16/h16-22.pdf>> (2016 最終確認)
- 110) 野島義照, 田中克奉, 永石憲道, 児玉可奈子, 三谷康彦, 木田幸男 (2011): 4 種類の根系誘導耐圧基盤におけるクスノキ根系の生育特性, 日本緑化工学会誌 36 (3) 431-437

- 111) Jason Grabosky, Nina Bassuk (1995) : A NEW URBAN TREE SOIL TO SAFETY INCREASE ROOTING VOLUMES UNDER SIDE WALKS, *Journal of Arboriculture* 21 (4), 187-201
- 112) Jason Grabosky, Nina Bassuk (1996) : Testing of structural urban tree soil materials for use under pavement to increase street tree rooting volumes, *Journal of Arboriculture* 22 (6), 255-263
- 113) 上田真代, 松田泰明, 三好達夫 (2011) : 沿道住民と道路維持管理者の道路緑化に関する意識について, *寒地土木研究所月報* 696, 34-40
- 114) 前田雄一, 河合隆行, 小山敢 (2011) : 道路を挟んで東西に植栽されたムクゲとハナミズキの生育状況, *樹木医学研究* 15 (4), 147-154
- 115) 小沢知雄, 川上忠夫, 北沢清, 萩原信弘, 近藤三雄, 市村匡史 (1975) : 街路樹の生態に関する基礎的研究－街路樹の生育状況と根圏土壌状態との関係について－, *造園雑誌* 39 (1), 23-34
- 116) 大貫直子, 松本聰 (1992) : 街路樹のおかれている土壌環境, *造園雑誌* 56 (1), 39-44
- 117) 高橋輝昌, 及川尚美, 岡田悠, 小林達明 (2008) : 千葉県松戸市の街路樹の生育と植栽基盤の理化学的性質, *日本緑化工学会誌* 34 (1), 231-234
- 118) 京都府立総合資料館編 (1973) : 写真集京都府民の暮らし百年, 京都府, 283
- 119) 京都市, 京都市造園建設業協会 (2013) : 京都市近代街路樹 100 周年記念誌, 京都市, 京都市造園建設業協会, 79pp.
- 120) 京都市 (2016) : 京都市の街路樹, 京都市, 10pp.
- 121) 井上雅裕, 片山博昭 (2016) : 「サクラ景観創造プロジェクト」サクラ並木の保全・再生に向けて, 平成 28 年度日本造園学会関西支部大会研究・事例報告発表要旨集, 41-42
- 122) 長山宗美, 吉田博宣, 糸谷正俊 (1992) : 京都市民の緑の満足度に関する研究, *造園雑誌* 55 (5), 337-342
- 123) 荻住昇 (2011) : 最新 樹木根系図説各論, 誠文堂新光社, 20, 691, 423
- 124) 荻住昇 (2011) : 最新 樹木根系図説総論, 誠文堂新光社, 499, 719-732
- 125) IUCN (2016) : The IUCN Red List of Threatened Species ,

- <<http://www.iucnredlist.org/details/32353/0>> (2016 最終確認)
- 126) 京都市 (2007) : 平成 19 年度街路樹台帳, 京都市
- 127) 国土地理院 (2002) : 数値地図 2,500 (空間データ基盤) 近畿-2, 国土地理院, CD-ROM
- 128) esri (2016) : カーネル密度 (Kernel Density),
<<https://pro.arcgis.com/ja/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>> (2016 最終確認)
- 129) esri (2016) : エリアの日射量 (Area Solar Radiation),
<<http://desktop.arcgis.com/ja/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/area-solar-radiation.htm>> (2016 最終確認)
- 130) 眞鍋佑季 (2011) : 都市部における住宅向け太陽光発電ポテンシャル評価モデルの作成, 平成 23 年度森基金, 13-14
- 131) 高橋慎弥 (2012) : 東京 23 区における道路・地形条件と緑地に関する研究, 法政大学大学院デザイン工学研究科紀要 1, 1-7
- 132) KG-NE・関西圏地盤情報協議会, 関西圏地盤 DB 運営機構 (2015) : 関西圏地盤情報データベース<<http://www.kg-net2005.jp/db01.html>>
- 133) ボーリング柱状図 (N 値) の見方, <[www.yag-pri.sakura.ne.jp/img/N 値とは.pdf](http://www.yag-pri.sakura.ne.jp/img/N%20%E6%8C%B6%E3%81%A8.pdf)> (2016 最終確認)
- 134) N 値及び地耐力推定表, <<http://yoshi-tex.com/Inochi/ziban.pdf>> (2016 最終確認)
- 135) 新田伸三 (1975) : 環境緑地②-植栽の理論と技術, 鹿島出版会, 59-73, 200-229
- 136) 国土交通省北陸地方整備局 (2012) : 設計要領 (道路編), 国土交通省北陸地方整備局, 16, 1-19
- 137) 久世益充, 都竹延晃, 岩崎真二郎, 杉戸真太 (2014) : 高速道路路線における耐震化優先度評価に関する検討, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) 70 (4), 219-226
- 138) 中野裕司, 輿水肇, 飯塚康雄, 濱野周泰, 管尚子, 野村徹郎 (2009) : パネルディスカッションの報告, 日本緑化工学会誌 35 (2), 277-279
- 139) 荻住昇 (1994) : 樹木の根系 (根量と吸収構造), 第 2 回根研究会シンポジ

- ウムー植物根系の理想型ー, 44-45
- 140) 細野哲央, 高畑裕介, 藤井英二郎 (2013): 根域の片側が制限されたソメイヨシノ (*Prunus × yedoensis*) の生長特性, ランドスケープ研究 76 (5), 447-450
- 141) 石井匡志 (2016): 施工・維持管理技術: 施工・維持管理の実務における技術者の判断と学術論文の役割, 日本造園学会誌ランドスケープ研究 80 (1), 14-18
- 142) 三木謙吾 (1926): 街路樹植栽に関する本邦道路法抄録, 造園学雑誌, 56-61
- 143) 日本造園建設業協会 (2010): 植栽基盤整備ハンドブック, 日本造園建設業協会, 52
- 144) 森本幸裕, 増田拓朗 (1975) 踏圧による土壌の圧密と樹木の生育状態について, 造園雑誌 39 (2), 34-42
- 145) 北村文雄, 野田坂伸也 (1974): 造園樹木の生長におよぼす土壌硬度の影響, 造園雑誌 38 (4), 32-37
- 146) 佐藤将, 本多侔, 長島章 (1979): 緑化樹木の根系と植栽地盤の関係についてー地盤の相違による根系の適応ー, 日本造園学会春季大会研究発表要旨集, 28-29

本研究の用語

『街路』…市街地内の道路。街路は土地を区画して街区を整え、街区と一体となって、都市の大通、中通、小路の景観をつくりだす。また、街路は一定の目的をもって特定の地点へ達するものではなく、多様な目的をもって動く人々全てに用いられる。都市計画では、道路を通過交通路としてとらえるのではなく、沿道の土地利用や建築の配置、人々の生活活動を含めた街路空間（street-scape）として土木・造園・建築が一体となって計画・設計する必要がある。
6)・7)

『街路樹』…「並木」は高木の樹木が列状に道路、堤防、水路などに沿って長く植えられているものをいう。「街路樹」は並木の一種であり、高木・中木・低木を含め、市街地の道路に沿って植えられたもの、市街並木を指す。1919年（大正8年）の道路法制定時に道路の付属物として位置づけられる。1923年（大正12年）の東京市における関東大震災復興計画のなかで街路樹という用語がみられ、名称については1932年（昭和7年）の東京市訓令によって道路樹木とされていたものが街路樹へと改められた。^{10)・11)・142)}

『GIS』…Geographic Information System（地理情報システム）。空間情報を作成、加工、管理、分析、表現、共有するための情報テクノロジー。

- ・カーネル密度（Kernel Density）…各出力ラスタセルの周辺（対象フィーチャの近傍）に存在するポイントフィーチャの密度を計算する。住宅密集度の調査、犯罪レポート、街および野生動物の生息に影響を与える道路やユーティリティ設備の分析用途などがある。¹²⁸⁾
- ・エリアの日射量（Area Solar Radiation）…単位はワット時/平方メートル（WH/m²）。解析の緯度（単位：10 進度、北半球では正の値、南半球では負の値）が太陽赤緯と太陽の位置の計算に使用される。複数の日数間の解析における最大日数は、合計で1年。¹²⁹⁾

『**植栽基盤**』…植物の根が支障なく伸長して、水分や養分を吸収することのできる条件を備えており、ある程度以上の広がりがあり、植物を植栽するという目的に供せられる土層を植栽基盤という。なお、排水層があるときはこれを含む。ある程度の広がりとは、植栽された植物が目的の大きさまで生長するのに支障とならない広さをいう。土層は、自然土壌に限らず、人工土壌によって造成された植栽基盤もありうる。有効土層とは、物理的・化学的に根の伸長を妨げる条件が小さく、根群が容易に伸長できる土層のことをいう^{86)・143)}。

『**日照条件**』…本研究では、沿道の建築構造物によって影響を受ける街路環境における年間累積日射量を日照条件として検討した。GISのエリアの日射量（Area Solar Radiation）解析ツールを用い、調査地点の緯度、太陽赤緯、太陽の位置などの計算により算出される1年間の累積日射量を指す。¹²⁹⁾

『**土壌条件**』…本研究では、ボーリング調査データを用いて、多点では行うことのできない植栽基盤の掘削調査の情報を補完することを試みた。関西圏地盤情報データベース 2015 のボーリング調査位置と柱状図を基に、土質、土壌硬度、地下水位を土壌条件として検討した。^{132)・144-146)}

図表リスト

第 1 章

- 図 1-1 研究の流れ
- 図 1-2 第 2 章の構成内容
- 図 1-3 第 3 章の構成内容
- 図 1-4 研究対象地図
- 表 1-1 1987 年・2012 年の全国上位 10 樹種（高木街路樹）
- 写真 1-1 都市の緑地（京都：高瀬川，下鴨中通，半木の道）
- 写真 1-2 街路樹景観：神戸
- 写真 1-3 街路樹景観：京都
- 写真 1-4 街路樹景観：京都
- 写真 1-5 1912 年撮影の烏丸通（六条付近・当時は魚棚：北方向）
- 写真 1-6 2012 年撮影の烏丸通（六条付近：北方向）
- 写真 1-7 京都市内の街路樹景観（ケヤキ並木保全・創造プロジェクト）

第 2 章

- 図 2-1 調査対象地（太線表示：調査対象区間）
- 図 2-2 質問紙調査回答者の性別，年齢，職業の構成
- 図 2-3 根上がりの認識
- 図 2-4 根上がりの原因の認識
- 図 2-5 街路樹の根上がりによって困ったこと（複数回答可）
- 図 2-6 街路樹の根上がりの印象（複数回答可）
- 図 2-7 改善してほしい点（複数回答可）
- 図 2-8 各対象区間における根上がり発生割合
- 図 2-9 各対象区間の街路樹の根上がりに対する認識
- 図 2-10 各対象区間の街路樹の根上がりによる難点
- 図 2-11 各対象区間の街路樹の根上がりへの印象
- 図 2-12 各対象区間の街路空間への改善要望
- 表 2-1 街路樹の根上がりに関する市民への質問項目

- 表 2-2 根上がりの難点，印象，改善要望についての自由記述回答
 表 2-3 調査対象区間の環境構成・街路樹本数・平均胸高周囲長
 表 2-4 破損状態別の根上がり発生割合（歩道側）
 写真 2-1 歩道舗装の持ち上げによる隆起の例

第 3 章

- 図 3-1 調査対象通り（太線表示：調査対象区間）
 図 3-2 樹種別，周囲長別の根上がり発生割合
 図 3-3 調査対象樹種別の平均胸高周囲長
 図 3-4 調査対象樹種別の根上がり発生割合
 図 3-5 街路樹の根上がり発生密度分布
 図 3-6 街路樹の受ける年間累積日射量の算出
 図 3-7 GIS 上のボーリング調査地点および街路樹ポイントデータ（右図一部）
 図 3-8 植樹樹の種類
 図 3-9 建築構造物の高さの可視化・年間累積日射量の可視化（一部）
 図 3-10 調査対象通りにおける建築構造物の高さの可視化
 図 3-11 調査対象通りにおける年間累積日射量の可視化
 図 3-12 日射量別，樹種別の根上がり発生割合
 図 3-13 西大路通のボーリングデータからみた深度ごとの土質構成
 表 3-1 調査樹種の根系の形態^{123)・124)}
 表 3-2 各通りにおける根上がりの種類別の発生割合
 表 3-3 各通りにおける調査対象街路樹全数および根上がり街路樹数
 表 3-4 調査対象樹種：トウカエデの根系特性^{123)・124)}
 表 3-5 砂質土・粘性土の相対密度・相対稠度^{133)・134)}
 表 3-6 通り別の植樹樹と歩道舗装構成
 表 3-7 西大路通におけるボーリングデータからみた土壌条件
 表 3-8 歩道環境および根上がりの有無別の日射量比較
 表 3-9 歩道環境別の根上がり発生割合
 表 3-10 西大路通における街路環境構成
 表 3-11 西大路通におけるトウカエデ街路樹の根上がり発生状況

- 表 3-12 西大路通のボーリングデータからみた深度ごとの土壌構成と根上がり発生割合
- 表 3-13 西大路通のボーリングデータからみた土質別の植樹樹奥行比較
- 表 3-14 西大路通のボーリングデータからみた土質別の周囲長比較
- 表 3-15 西大路通のボーリングデータからみた土質別の土壌硬度比較
- 表 3-16 西大路通におけるボーリングデータからみた土壌硬度・周囲長・植樹樹の奥行・地下水位と根上がりの程度との関連性
- 写真 3-1 調査対象樹種
- 写真 3-2 実測調査の様子
- 写真 3-3 街路樹の根上がりの例
- 写真 3-4 トウカエデの街路樹の根元のあふれ出し

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、本研究課題のきっかけを与えていただくとともに研究全体に渡って多くの御指導と御助言を賜りました。また、講義やゼミナール、研究室での活動を通して、ランドスケープという幅広い視点で物事を考えることの大切さを、日々、教えていただきました。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の宗田好史教授には、本研究の主要な要素である環境条件をはじめ、様々なご助言をいただきました。京都府立大学大学院生命環境科学研究科の松原斎樹教授には、環境と人との関わりについて、多くのご助言をいただきました。京都府立大学大学院生命環境科学研究科の内田保博教授には、報告会の機会などで様々なご助言をいただきました。先生方には、本学生命環境学部1回生の頃から、大変お世話になりました。ここに謹んで御礼申し上げます。

京都府立大学大学院生命環境科学研究科の山川肇教授には、卒業研究を進めるにあたって丁寧な御指導をいただくとともに、修士論文、博士論文についても多くのご助言を賜りました。ここに謹んで御礼申し上げます。

宗田教授、松原教授、内田教授、山川教授、そして福井准教授をはじめ、環境デザイン学科の先生方には各研究分野を越えて、様々な御指導をいただきました。心より感謝致します。

京都市役所の片山博昭様、井上雅裕様、岩村健次様、神藤和憲様、辻井孝博様には、京都市の街路樹に関する資料の御提供や調査への御助言をいただくとともに、街路樹作業現場の見学をさせていただき、大変お世話になりました。ここに御礼申し上げます。

一般社団法人京都造園建設業協会の高橋ちぐさ様、野間秀行様、山田豊久様には、街路樹や庭園の維持管理現場での貴重な経験をさせていただきました。ここに御礼申し上げます。

また、質問紙調査にご協力いただきました京都市民の皆様、京都造園建設業協会の皆様に厚く御礼申し上げますとともに、本質問紙調査へ助成を頂きまし

た神戸市公園緑化協会様に、記して感謝の意を表します。

関西圏地盤情報データベースをご提供いただいた、KG-NET・関西圏地盤情報協議会様、関西圏地盤DB運営機構様、記して感謝の意を表します。

日本造園学会全国大会および関西支部大会の機会などでは、加藤友規様、山本聡様、大藪崇司様、岡田準人様、今西純一様をはじめ、多くの方々から貴重なご助言を頂きました。ここに御礼申し上げます。

そして、京都府立大学ランドスケープ学研究室のゼミ生の卒業生の皆さん、在学生の皆さんには、たいへん貴重な時間をいただきました。

共に街路樹を研究対象として、たくさんのご助言をくださった濱田佳奈さん、柳田有沙さん、長く地道な街路樹の実測調査やGISデータの解析において、快く協力してくださった木南雪彦さん、濱田梓さん、藤川さつ紀さん、宮本脩詩さん、柏木峻平さん、坂下遥さん、田中智香さん、渡邊真美さん、多くのご助言をくださった先輩の藤井蘭さん、八代彩子さん、後輩の疋嶋大作さん、松本綾乃さん、寺田昌幸さん、西田花笑さん、高林裕さん、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、上田瑠香さん、平松優生さん、調査や論文構成について多くの御指摘をくださった水島真さん、いつも助けていただいていたばかりでしたが、共に学ぶことができた貴重な時間をありがとうございました。福井先生、ゼミ生の皆と研究室で過ごした時間や、さまざまなフィールドにご一緒出来たことは、たいへん貴重な経験となりました。

また、森林計画学研究室の畠田知帆さん、循環型社会学研究室の谷真衣さん、ランドスケープ学研究室の長島千紘さんをはじめ、京都府立大学で共に学んだ同期や先輩、後輩の皆さんに心から感謝申し上げます。

最後に、幼少の頃より、植物に関するさまざまな知識を教えてくださった木保秀一様、支えてくださった家族、友人に心より感謝致します。