

神戸市中心部における街路樹の生態系サービスの比較分析

京都府立大学大学院生命環境科学研究科環境科学専攻
植地 俊輔

1. はじめに

神戸市は、2000年に緑の総合計画として「神戸市緑の基本計画（グリーンコウベ 21 プラン）」を策定し、基本理念として「緑とともに永遠に生き続ける都市＝緑生都市」を掲げ、長期的な視点で緑のまちづくりを推進してきた¹⁾。また、神戸市は前計画の目標年次（2025年）を契機に、気候変動等の社会変化に対応した「神戸市みどりの基本計画 2050（素案）」を示している。同素案では、施策の展開として「まちの緑や公園・街路樹を有効に活用」することを掲げ、都市の街路樹も重要な政策対象として位置付けられている²⁾。

街路樹は、都市の魅力を担う重要な緑のストックである一方で、維持管理上の課題が顕在化している。神戸市では、1971年以降の緑化の推進により街路樹本数が増加した一方、植栽後50年以上が経過した樹木が増えている。街路樹の大木化・老木化に伴う倒木等の事故リスクや景観形成等の面で課題が生じていることを踏まえ、2017年に「街路樹再整備方針」を策定した。この方針は、街路樹を「維持」だけでなく「更新・再編」も含めたマネジメント対象として位置づけられている³⁾。こうした課題は、全国的にも共有されており、国土交通省は、道路で倒木等による事故が発生している状況を踏まえ、点検の実施促進に向けたガイドラインの検討が進められている⁴⁾。このような状況下で、街路樹の整備・更新・管理を戦略的に進めるためには、街路樹が都市にもたらす便益を、説明可能な形で「見える化」し、優先順位づけや合意形成、普及・啓発に資する根拠として提示することが重要である。

街路樹が都市にもたらす便益には、炭素蓄積・固定や大気汚染物質の除去、雨水の流出削減など様々な要素がある⁵⁾。こうした生物に由来し人類に便益をもたらす機能を「生態系サービス」と呼ぶ⁶⁾。街路樹の生態系サービスを定量的に把握し、空間条件や植栽構造の違いと関連づけて示すことは、都市の緑の価値を市民と共有し、整備の意義や更新の必要性を伝える上で有効である。樹木の生態系サービス定量化ツールとして、米国 Forest Service を中心に開発された i-Tree Eco⁷⁾ が挙げられる。欧米ではこのツールを活用し、街路樹の維持管理や計画策定に活用する事例が増えている。日本では、2022年より正式に i-Tree Eco のサポートが開始された。これにより、国内の様々な地域で i-Tree Eco が適用可能となった。

国内でも i-Tree Eco を用いた街路樹評価の研究は蓄積されつつあり（例：川崎市⁸⁾、吹田市⁹⁾）、推定精度解析¹⁰⁾も報告されている。一方、同一都市内で空間特性や樹種構成の異なる複数の街路に着目し、生態系サービス推定値を比較整理した研究は十分でない。

そこで本研究は、神戸市中心部の4区間を対象に、i-Tree Eco により街路樹の生態系サービスを推定し、通り別（合計・100m 当たり）および主要樹種別（1本当たり）に比較するとともに、ヒアリングで整理した整備・管理背景を踏まえて差異を解釈し、街路樹の価値の「見える化」と市民理解の促進に資する知見を提示することを目的とした。

2. 研究方法

2.1 研究対象区間

本研究では、神戸市中央区の都心部に位置する 4 区間、①フラワーロード（中央幹線以南）、②葺合南 54 号線、③浪花町筋、④明石町筋を研究対象区間として設定した。対象区間は、広幅員の幹線街路、再整備済みの街路、旧居留地の歴史的街路といった空間特性が対照的であり、主要街路樹の樹種構成（クスノキ・イチョウ・ケヤキ）や植栽形態の違いが生態系サービスに及ぼす影響を比較しやすい点を踏まえて選定した。なお、各区間の起終点と延長、主要な街路樹種は図-1 に示した。



図-1 研究対象区間と主要な街路樹種
(延長はArcGIS Proにより測定)

2.2 ヒアリング調査

調査地選定の妥当性の確認ならびに神戸市における街路樹の整備方針・維持管理の考え方を把握するため、2025年7月2日に神戸市の街路樹担当課へのヒアリング調査を実施した。ヒアリングは対面で行い、神戸市建設局公園部整備課の職員2名から回答を得た。調査は、事前に作成した質問項目に沿って聴取し、必要に応じて追加質問を行った。回答内容は記録し、後日整理して分析に用いた。

2.3 毎木調査

研究対象区間における街路樹の生育状況を把握するとともに、i-Tree Ecoでの解析に必要なデータを取得するため、既往研究⁹⁾を参考に毎木調査を実施した。調査対象は、神戸市から提供を受けた街路樹管理図面を参照しつつ、研究対象4区間内の中高木の街路樹とした。調査は樹木の生育期で葉量が確保され樹冠評価に適した時期を考慮し、2025年7月6日から2025年8月20日の期間に計15日間実施した。

毎木調査の項目は、i-Tree Ecoによる生態系サービスの算出に必要な調査項目一覧を参考に設定した¹⁰⁾。具体的には、胸高直径（地上1.4mにおける幹の直径）、樹高、枝下高、南北樹冠幅、東西樹冠幅、樹冠欠損率、露光方向数（日当たりの良い樹冠面数）、樹木活力度、土地利用の9項目について調査を行った。胸高直径は直径巻尺により測定し、樹高・枝下高は携帯型レーザー距離測定器 Tru Pulse 360B（Laser Technology 社製）により測定した。樹冠幅は Tru Pulse 360B およびレーザー距離計 Disto-D510（Leica 社製）を用いて測定した。樹冠欠損率、露光方向数、樹木活力度は複数名で目視評価とし、判断が分かれる場合は協議して確定した。土地利用は GIS を参照し、周辺の場所機能を考慮して分類した。

2.4 i-Tree Eco を用いた生態系サービス推定

毎木調査の結果に基づき研究対象区間の街路樹が有する生態系サービスを推定するため、i-Tree Eco (Version 6.0.35) を用いた。毎木調査で取得した樹木データを i-Tree Eco に入力し、i-Tree Database に搭載された気象データ等の環境データを組み合わせて樹木構造を解析したうえで、i) 樹木補償額、ii) 炭素蓄積、iii) 炭素固定、iv) 大気汚染物質除去、v) 雨水流出削減、vi) 年間総便益を算出した。i) 樹木補償額は、現存する樹木が喪失した場合に、同等の大きさまで再生するために要する費用を示す指標である。さらに、ii) ~ v) の推定値については、i-Tree Eco の既定の代替価格を用いて貨幣価値も算出した。本研究における vi) 年間総便益は、iii) 炭素固定、iv) 大気汚染物質除去、v) 雨水流出削減の貨幣価値の合計として整理した。貨幣価値は日本円で整理し、1USD=153.748 円 (2025/11/14) で換算した。大気汚染物質除去量と雨水流出削減量の算出に必要な大気汚染濃度と年間降水量は、i-Tree Eco 上で研究対象区間に近い観測所を指定し、観測データを使用した。樹木活力度は現地の 4 ランク評価を、i-Tree Eco 入力用の活力度スコアに換算して入力した。土地利用については、本研究で対象とした樹木はいずれも道路空間に植栽された街路樹であるため、i-Tree Eco 内の Land Use カテゴリを「Transportation」に設定した。

3. 結果

3.1 毎木調査結果

調査対象 4 路線における街路樹は合計 325 本であった。通り別の本数は、フラワーロード 155 本、葺合南 54 号線 49 本、浪花町筋 73 本、明石町筋 48 本であった。通り別の樹種構成は、フラワーロードではクスノキが優占 (98 本、区間内構成比: 63.2%)、葺合南 54 号線はイチョウ単植 (49 本, 100%)、浪花町筋はケヤキ主体 (72 本, 98.6%)、明石町筋はケヤキ単植 (48 本, 100%) であった。なお、全体では主要樹種としてケヤキ 135 本、クスノキ 98 本、イチョウ 49 本が確認された。主要 3 樹種の平均胸高直径 (平均±SD) はクスノキ 37.2±7.6cm、イチョウ 27.4±10.4cm、ケヤキ 24.8±7.1cm であり、樹冠幅平均 (南北・東西の平均) もクスノキ 8.6±1.7m が最大で、イチョウ 3.8±0.7m が最小であった。

3 路線に共通するケヤキに着目して比較すると、胸高直径 (平均±SD) はフラワーロード 26.3±6.7cm、浪花町筋 25.6±6.1cm、明石町筋 23.1±8.4cm であった。樹高は浪花町筋が最大 (9.8±1.7m) で、活力度スコアは 75.6~78.8 点の範囲で、3 路線で概ね同程度であった。

3.2 i-Tree Eco による生態系サービス推定結果

i-Tree Eco 推定の結果、通り別の合計値ではフラワーロードが各指標で最大であり、本数の多さとクスノキの優占が主な要因として示唆された (表-1)。一方、区間延長の影響を補正するため合計値を 100m 当たりで換算して比較したところ (表-2)、年間総便益はフラワーロードが最大 (4.7 万円/年/100m) で、次いで浪花町筋 (2.4 万円/年/100m)、明石町筋 (1.7 万円/年/100m)、葺合南 54 号線 (0.4 万円/年/100m) であった。すなわち、合計値だけでなく延長補正後もフラワーロードの便益が大きい傾向が確認された。なお、指標によ

つては合計値と100m当たりで順位が入れ替わるものもみられ(例:樹木補償額/100m等), 区間延長の違いが比較結果に影響し得ることが示された(表-1, 表-2)。

主要3樹種の1本あたりの推定値はクスノキが最大, イチョウが最小, ケヤキは中間であった。例えば年間総便益はクスノキ2,899円/年/本, ケヤキ1,273円/年/本, イチョウ600円/年/本であり, 樹冠規模の違いが各サービス量に反映された可能性が高い(表-3)。

さらに, 3路線に共通する樹種であるケヤキに限定し, 通り別の1本あたり推定値(平均±SD)を比較した(表-4)。ケヤキの葉面積は浪花町筋で最大(117.2±79.6 m²/本)であり, これに対応して大気汚染物質除去および雨水流出削減も浪花町筋が相対的に大きかった(大気汚染物質除去244.3±166.0g/年/本, 雨水流出削減0.5±0.3 m³/年/本)。年間総便益も浪花町筋が最大(1,364.8±892.8円/年/本)となった。一方, フラワーロードのケヤキは, 露光方向数は最大であったが, 樹冠欠損率が相対的に大きく, 葉面積や各サービス量が浪花町筋より小さくなった可能性がある。このように, 同一樹種に限定した場合でも, 通りごとの樹冠規模や生育状態の違いが, 生態系サービス推定値の差として表れることが示唆された。

表-1 全体・通り別の生態系サービス推定結果(全樹種・合計)

指標	単位	—	①	②	③	④
対象区間		全体	フラワーロード	葺合南54号線	浪花町筋	明石町筋
n	本	325	155	49	73	48
樹木補償額	万円	5,259.3	3,036.9	817.5	879.3	525.7
炭素蓄積	kg	67,701.6	54,380.6	3,853.7	6,008.8	3,458.5
炭素固定	kg/年	7,341.2	6,107.2	267.6	603.4	363.0
大気汚染物質除去	g/年	91,670.1	59,146.4	5,076.2	17,619.2	9,828.3
雨水流出削減	m ³ /年	174.5	112.9	9.4	33.5	18.7
年間総便益	万円/年	55.7	37.4	2.9	9.9	5.5

表-2 通り別の生態系サービス推定結果(100m当たり※)

指標	単位	①	②	③	④
対象区間		フラワーロード	葺合南54号線	浪花町筋	明石町筋
区間延長	m	802.16	675.70	412.23	333.98
n	本	155	49	73	48
樹木補償額	万円/100m	378.6	121.0	213.3	157.4
炭素蓄積	kg/100m	6,779.3	570.3	1,457.6	1,035.5
炭素固定	kg/年/100m	761.3	39.6	146.4	108.7
大気汚染物質除去	g/年/100m	7,373.4	751.3	4,274.1	2,942.8
雨水流出削減	m ³ /年/100m	14.1	1.4	8.1	5.6
年間総便益	万円/年/100m	4.7	0.4	2.4	1.7

※100m当たり=通り別合計値×100/区間延長(m)

表-3 主要3樹種の生態系サービス推定結果(主要樹種別・1本あたり)

主要樹種	単位	クスノキ	イチョウ	ケヤキ	
n(主要樹種)	本	98	49	135	
平均	葉面積	m ² /本	214.6±98.6	49.7±28.3	108.9±81.5
	樹木補償額	万円/本	23.1±8.7	16.7±9.8	11.9±5.8
±	炭素蓄積	kg/本	484.1±240.7	78.6±61.5	79.6±49.7
SD	炭素固定	kg/年/本	52.9±16.0	5.5±2.9	8.1±3.2
で	大気汚染物質除去	g/年/本	447.4±205.5	103.6±59.0	227.0±169.8
表	雨水流出削減	m ³ /年/本	0.9±0.4	0.2±0.1	0.4±0.3
記	年間総便益	円/年/本	2,899.4±1201.8	599.5±332.8	1,272.7±915.5

表-4 ケヤキに限定した通り別生態系サービス結果（ケヤキ別・1本あたり）

指標	番号	①	③	④	
	単位	フラワーロード	浪花町筋	明石町筋	
n (主要樹種)	本	15	72	48	
平均	葉面積	m ² /本	103.4±109.1	117.2±79.6	98.2±74.6
±	樹木補償額	万円/本	13.3±6.7	12.2±5.2	11.0±6.3
SD	炭素蓄積	kg/本	88.4±52.3	82.9±43.9	72.1±56.7
で	炭素固定	kg/年/本	9.0±3.7	8.3±2.9	7.6±3.4
表	大気汚染物質除去	g/年/本	215.5±227.3	244.3±166.0	204.8±155.5
記	雨水流出削減	m ³ /年/本	0.4±0.4	0.5±0.3	0.4±0.3
	年間総便益	円/年/本	1221.6±1217.6	1364.8±892.8	1150.5±845.5

3.3 ヒアリング調査結果

ヒアリング結果より、神戸市中心部の街路樹管理では、旧居留地を含む対象路線の整備目的・樹種選定理由・植栽年度等の履歴が十分に追跡できない一方、現在は倒木リスク対応が最重要課題であることが確認された。2024年の元町での倒木事故を契機に補正予算が措置され、高木街路樹約11万本を対象とする安全点検を2025年度中に実施する方針であった。

課題要因としては、植栽基盤の小ささが生育不良や安全性低下につながるとの認識が強く、植栽基準の見直しが進む中、近年の整備事例では植栽容量（約12m³）の確保が言及され、路線・事業により基盤条件が異なる可能性が示唆された。剪定は路線ごとに運用が異なり、旧居留地のケヤキでは毎年の透かし剪定が行われる一方、一般的には概ね3年に1回程度が基準で、樹高・樹冠の明確な到達目標は必ずしも設定されず、現状維持～可能な範囲で拡大する方針で運用されている。病害虫ではケヤキに加え、フラワーロードのクスノキ、葺合南54号線のイチヨウ等でシロアリ被害が確認された。街路樹台帳は未整備であったが安全点検を契機にデジタル整理が進行していた。

4. 考察

本研究では、神戸市中心部の4区間において、街路樹が有する生態系サービス推定値に通り間の差がみられた。また、100m当りに換算した場合でもフラワーロードが相対的に大きい傾向が確認され、通り間の差は区間延長だけでは説明できず、本数・樹種構成・樹木状態の影響が重なっている可能性が高い。とくにフラワーロードは本数が多く、クスノキが優占することから、通り全体としての便益が最大となったと解釈できる。一方で、ケヤキの1本あたりの比較においても通り間で差がみられたことから、単に本数や樹種構成の違いだけでは説明できない要素が含まれる。つまり、樹冠欠損や樹冠規模の違い、植栽基盤条件、剪定頻度等といった生育・管理条件が、葉面積や炭素固定、大気浄化、雨水流出削減などの推定値に反映された可能性がある。ヒアリングでは植栽基盤等の小ささが生育不良や安全性低下に繋がるとの認識が示され、路線・事業により基盤条件が異なる可能性も示唆された。

実務への示唆として、路線の整備・更新方針を検討する際には、通り全体の便益（合計）だけでなく、主要樹種に限定した1本あたり評価を併用することが有効である。合計値は「通りとしての総合的な寄与」を示す一方、1本あたり評価は「樹木の状態や管理条件の違い」を比較しやすく、植栽基盤改善、剪定・更新の優先順位づけ、将来の樹種選定や設計目

標の検討に資する。とくに近年は倒木リスクへの対応が最重要課題となっており、安全点検や台帳整備の進展とあわせて、樹木データを管理コストの把握や施策評価に接続する枠組みを構築することが望ましい。

今後は、植栽基盤、管理履歴、通りの空間条件の詳細を整理し、これらの要因と推定値の差の関係を検討することで、街路樹管理における改善点をより具体化できると考えられる。

5. 神戸市の緑の普及・啓発への貢献

本研究は、神戸市中心部の主要街路における街路樹の便益を生態系サービスとして定量化し、通り別に比較できる形で「見える化」した。得られた結果は、①街路樹の価値を市民に説明する資料として活用できる、②通り全体の合計値と主要樹種の1本あたり評価を併用することで、本数・樹種構成と樹木状態の影響を分けて把握でき、更新・剪定・植栽基盤改善等の施策の優先順位づけに資する、③安全点検や街路樹台帳の整備と連携し、樹木データを施策評価や維持管理の検討へ接続する基盤情報となる。

以上、本研究は神戸市の緑の普及啓発へ利用できる成果を提示できたと考えられる。

謝辞：本研究は、「令和7年度神戸市の緑の普及・啓発に寄与する調査研究支援」の助成を受けました。また本研究の遂行にあたって、神戸市建設局公園部整備課の野田泰史様、榎本剛浩様、北田周平様、神代悠様、中部建設事務所の寄木翔様には、本調査に関わる情報をご提供いただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 神戸市 (2011): グリーンコウベ 21 プラン (改定版): 神戸市建設局公園砂防部計画課, 37-45
- 2) 神戸市 (2025): 神戸市みどりの基本計画 2050(素案): 神戸市建設局公園部整備課, 4, 20-21, 31
- 3) 神戸市 (2017): 街路樹再整備方針: 神戸市建設局公園部整備課, 1-13
- 4) 国土交通省ホームページ: 街路樹点検の実施促進のためのガイドラインに関する検討会, < <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/gairoju/index.html> >, 国土交通省道路局環境安全・防災課, 2025.12.10 更新, 2026.1.25 参照
- 5) 一社) 日本造園建設業協会 (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 第3版: 一社) 日本造園建設業協会, 10-13
- 6) 環境省 (2023): 生物多様性国家戦略 2023-2030: 環境省, 197-203
- 7) United States Forest Service “i-Tree: Tools for assessing and managing community forests” home page. < <http://www.itreetools.org> >, 2025.2.21 更新, 2025.6.30 参照
- 8) 平林聡・徳江義宏・伊藤綾・Alexis Ellis・Robert Hoehn・今村史子・森岡千恵 (2016): 川崎市川崎区を事例とした i-Tree Eco による街路樹の生態系サービスおよびその貨幣価値の推定: 日本緑化工学会誌 42(1), 44-49
- 9) 川口将武・平林聡・平瀬耕・加我宏之・赤澤宏樹 (2021): 大阪府吹田市の樹木健全度調査を用いた i-Tree Eco による街路樹の貨幣価値推定: ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 14, 1-12
- 10) 植地俊輔・福井亘・高林裕 (2025): i-Tree Eco による街路樹の生態系サービス評価と推定精度の分析: ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 18, 135-144
- 11) i-Tree (2018) “Use of Direct Measures by i-Tree Eco (v6.0)”, < https://www.itreetools.org/documents/81/ECov6_data_variables_ES_relationships.pdf >, 2018.1.18 更新, 2025.6.30 参照