

公園滞在者数と周辺通行人数による 整備効果推定に関する研究

Zhihua JIN¹・伊藤 雅人²・伊藤 慎兵³・大嶋 亜澄⁴

¹正会員 株式会社日建設計 都市・社会基盤部門 (〒102-8117 東京都千代田区飯田橋 2-18-3)
E-mail: jin.zhuhua@nikken.jp (Corresponding Author)

²非会員 株式会社日建設計 都市・社会基盤部門 (〒102-8117 東京都千代田区飯田橋 2-18-3)
E-mail: ito.masato@nikken.jp

³非会員 株式会社日建設計総合研究所 所長付 (〒101-0052 東京都千代田区 神田小川町 3-7-1)
E-mail: shinpei.ito@nikken.jp

⁴非会員 株式会社日建設計総合研究所 都市部門 (〒101-0052 東京都千代田区 神田小川町 3-7-1)
E-mail: oshima.azumi@nikken.jp

本研究は、外部要因から公園滞在は周辺回遊推定できるモデルの構築と、利用状況や周辺波及効果に着目し、公園整備の効果を定量的に評価することを目的とした。維持補修や更新が必要な公園が増えている中で、具体的な公園利用状況の変化及び、周辺エリアへの波及効果を、渋谷区立北谷公園における実測値に基づいた分析を踏まえて整理した。全天日射量、不快指数等の要素と、公園内滞在人数や周辺エリア通行人数との関係性を探り、滞在と通行人数の推計モデルを構築し、今後公園整備関連データ取得と分析の方向性を示した。

Key Words: *pedestrian behaviour, park renewal, mobile phone data, environmental factor*

1. はじめに

(1) 研究の背景

良好な都市環境提供、市民の憩いの場の形成や、豊かな地域づくりのために、緑豊かなオープンスペースを確保することが必要である。しかし高度経済成長期に整備された公園の老朽化が急速に進行している中で、財政上の理由などで適切な維持補修や更新が難航する場合が多い¹⁾。都市公園の質の向上を目指し、2017年には都市公園法の改正によって、飲食店、売店などの収益を活用し、公園施設整備改修を行う事業者を公募選定する Park-PFI 制度が設けられ、次々と民間事業者と協力しながら、公園環境を改善する事例が出ていて、2019年9月末時点ですでに35公園が該当制度を活用することになっていた²⁾。それ以降2020年～2021年前後に開園を迎え、実運用段階に入っているところが多い。

本制度を活用し、民間事業者が従来より高い建蔽率を持ち、商業施設、を設置・運営することで、公園の集客性が上昇しているケース³⁾もあり、このような効果は、観光振興、コミュニティ形成、地域経済振興に寄与でき

るため、公園の空間として、または運営手法として評価されている成功事例もある⁴⁾。一方で、このような整備にかかわる長期的かつ定量的な分析がなされている事例がまだ少ない。単発的にイベント開催時の収益や来訪者数、購買活動³⁾の計測だけでは、日常的な利用状況の変化と、周辺エリアへの影響把握ができないため、公園整備の効果検証や利用状況分析をするための手法が求められる。

公園整備改修・維持管理手法のほか、センシング技術の発展と実用化も近年のトレンドでもある。手軽に設置できるセンサーの汎用化と、携帯基地局データからの推計サービス精度向上によって、屋外空間の状況が把握しやすくなり、計測計画を立てる以前のデータ抽出も可能になった。公園を評価をする際にも、このような新技術を活用した手法の開発も期待される。

このような社会背景の中で、整備改修前に、実施効果の推定することや、公園運営時にセンサーや基地局データのデータに基づいた解析、天候状況にかかわる来訪者数の予測は、今後より一層効率的な公共施設マネジメントと、制度活用状況の客観的な評価のために必要である。

(2) 本研究の目的

本研究は、渋谷区立北谷公園に着眼し、2020年整備されリニューアルオープンされて以来の状況を分析するものである。

公共施設として、公園のまちとのつながりも評価する必要がある。その中で、北谷公園も、公園敷地内の使われ方のほか、外部との関係性を気づけるような効果が期待されていた。駐輪場の機能が強く、周辺道路との高低差で閉じられていた従来の公園から、よりまちに開かれた、地域活動の拠点になれるような公園に整備されたなど³⁾、定性的な評価にとどまらず、まちの回遊状況の変動及び、公園滞在とまちの回遊の関係性を探る必要がある。

計測された公園及びその周辺エリアの来訪者から、今後データを用いた整備改修前の推計、実施後の評価や、運営方針の策定につなげるために、定量的に基礎的な公園と周辺の利用状況把握を目的としている。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

「都市公園等事業の事後評価の指標及び判断基準」⁵⁾、「大規模公園費用対効果分析手法マニュアル」⁶⁾では、投資額に対する費用便益分析や、公園の利用価値などに関する指針を示している。このような公園施設に関する情報を価値に換算する定量的評価指標はあるものの、利用状況または景観・観光・活力等の機能について、定量的指標で公共の立場から評価できるものは開発されていない。⁵⁾⁷⁾

整備の効果にフォーカスした福井ら⁸⁾は、都市公園等の景観整備事業の効果を大きく「施設利用効果」、「活動誘発効果」、「周辺波及効果」、「コミュニティ効果」4つに分けている。コメントに基づいた分析であるため、客観的で定量化されたデータよりは、回答から定性的な分析をする方向を示唆した。

他にも各公園単位で整備事業のプロセスから効果検証する論文があるが、環境影響や空間造成に注目していて、実利用状況にはフォーカスしていない。⁹⁾¹⁰⁾

このように、これまで利用者数等を持った定量的な分析が少ない理由としては、長期にわたる計測ハードルが高かったためだと考える。マニュアル計測だと長期的に途切れなくデータを取得することは費用が高く、センサーによる計測は、開園後からの場合がほとんどであるからだと考えられる。また、周辺波及効果に関しては、敷地外へ及ぼす影響はとして、整備や維持管理の主体から、容易にアクセスできる情報が限られていたので、定量化に難航したと想定できる。本研究では、携帯基地局デー

タをベースにしているデータから、これらデータを持った量的に効果を示すことと、公園利用者数にかかわる推定モデルを構築することを目標とする。

3. 研究手法

(1) 関連要素の選定

福井らの研究⁸⁾でまとめた整備事業の効果から、今回定量化されたデータ取得が可能な項目を抽出した。施設利用効果として「利用者」に、周辺波及効果として「公園を借景とした商業活動の変化」に着目し、それぞれ基地局データ上の「滞在人数」と周辺道路の「通行人数」で定量化した。

表-1 景観整備事業の効果（広場・公園事業（都市公園等））

項目	活動・現象
施設利用効果	<ul style="list-style-type: none"> ・利用形態の変化 ・散策の頻度、散策路の変化、通勤通学路の変化 ・休憩、滞在時間の変化 ・近所の子供等による遊び場としての利用 ・利用者、来訪者の増減
活動誘発効果	<ul style="list-style-type: none"> ・商業目的のイベントの開催（フリーマーケット等） ・祭り等の地域行事の開催
周辺波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・テラスの設置などによるオープンカフェや、ホテルなど、公園を借景とした商業活動の変化
コミュニティ効果	<ul style="list-style-type: none"> ・近隣住民同士の会話の場 ・樹木の手入れ、花壇等の設置 ・清掃活動

本研究ではデータとして、KDDI Location Analyzer を中心に利用することで、開園前後の状況を比較した。公園開園1年前から、開園してから1年分のデータを抽出し、開園後公園メッシュの滞在人数と、周辺道路の通行人数にフォーカスして分析を実施した。公園での滞在人数が施設利用状況を反映すると考え、どのような時に利用されることが多いのかを推測することができる。

天候の状況と、曜日や時刻、平日休日等の外部環境要因に影響されるという仮説を持ち、それら外部環境要因を独立変数とし、周辺通行人数及び公園メッシュ滞在人数を目的変数として分析を行った。天候状況は気象庁のホームページから取得した時間別過去天気データを利用した。

さらに、開園後、公園内に滞留する人数が天候、曜日、時刻等要素の影響も取り入れ、モデルを推定した。

以下利用された数値とそれを表す記号の対照表である。

表-2 記号対照表.

記号	単位	項目
GHI	kW/m^2	全天日射量
P_b^w	人/時	2020年4月~2021年3月 平日周辺エリア道路通行人数
P_a^w	人/時	2021年4月~2022年3月 平日周辺エリア道路通行人数
P_b^h	人/時	2020年4月~2021年3月 休日周辺エリア道路通行人数
P_a^h	人/時	2021年4月~2022年3月 休日周辺エリア道路通行人数
P^w	人/時	2021年4月~2022年3月 平日周辺エリア道路通行人数
P^h	人/時	2021年4月~2022年3月 休日周辺エリア道路通行人数
S^w	人/時	2021年4月~2022年3月 平日公園メッシュ滞在人数
S^h	人/時	2021年4月~2022年3月 休日公園メッシュ滞在人数
DI		不快指数
t	$^{\circ}C$	気温
H	%	湿度
T_t		時刻
T_d		曜日 (1~7: 月曜日~日曜日)

(2) 周辺通行人数

北谷公園周辺の通行人数として、以下図に黄色い線で示す範囲で道路の通行人数を抽出した。信号をわたって対面へ行かないといけない場合、歩行者活動範囲として区切られると考えたため、北谷公園を中心に神南一丁目一部を指定した結果である。



図-1 周辺道路通行人数計測範囲^{注1)}

通行人数は、外出した際に、該当エリアに向かう確率で決まるため、主に日射量、温度、湿度、風速、曜日、時間帯に影響される可能性があるという仮説の下でモデルを推計した。

(3) 公園メッシュ滞在人数

公園に滞在人数の数値として、公園の立地するメッシュの滞在人数を、KLA データから抽出した。



図-2 公園メッシュ滞在人数計測範囲^{注1)}

エリアを通行する人の中で、一部は公園に滞在する選択をする。公園に滞在する選択は、一部天候状況に影響されると想定する。屋外滞在の快適さによって左右されるが、この快適性の指標として、不快指数を用いた。このような前提で、前一時間から同時間までの周辺エリア周辺エリア通行人数、天候状況と、公園メッシュに滞在する人数に関係がある仮説の下でモデルを推計した。

(4) 天候情報

特に悪天候の影響が大きいと想定されるが、気象庁天気区分は細かく (15 区分)、また晴れ・曇りがデータの 8 割以上を占め、他天気はサンプル数が少なく、データ解析の値が落ちるため、気象庁定義で「小雨」の範囲が 3mm 以下であることから、屋外での活動に支障があまりない天候時だけに着眼し、降水量 3mm 以下のデータのみ抽出し、分析した。また、全天日射量、湿度、温度の要素を取り入れ、通行人数及び公園滞在人数への影響を検証する。

公園メッシュ滞在人数に影響する指標として、不快指数を取り入れている。既往研究により直接に屋外活動と関係する他の指標も数多いが、局所的な状況把握のために別途センサーで気温、湿度、赤外線測定が必要¹¹⁾¹²⁾であるため、利用するにハードルが高く、本研究では気

象庁の過去天気データから算定できる、不快指数を屋外活動における快適度の指標として利用した。具体的な算定式は以下ようになる。

$$DI = 0.81t + 0.01H(0.99t - 14.3) + 46.3 \quad (1)$$

(5) データの比較

リニューアル開園前後のデータ、または平日休日があっても、各日各時間の状況が違っているので、全体的に増加した傾向はわかるが、横並びの比較は難しくなっている。関係する外部環境要因を抽出し、的確な推計モデルを構築したうえで、同じ条件の場合の滞在人数を並べることで、バイアスの少ない比較ができる。それで、推計モデルによる結果を開園前後または平日休日では照らし合わせた。

ていることから、休日公園で滞在する人が大幅に増えたことがわかる。休日公園を利用した地域イベントの増加もこの傾向に寄与していると思われる。

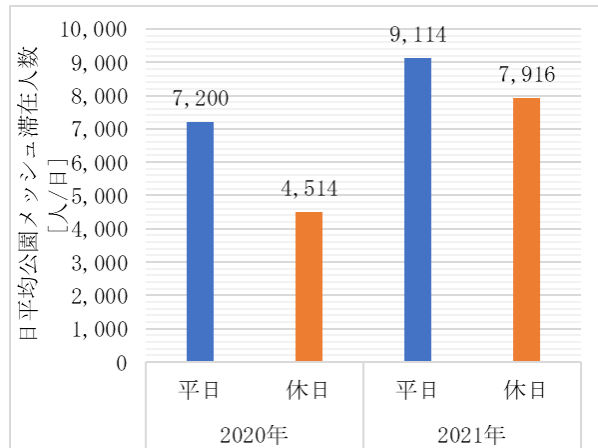


図-4 2020-2021年度の公園メッシュ滞在人数比較

4. 結果

(1) 基本状況

まず基本的な状況把握として以下のようにまとめた。整備前1日あたりの周辺エリア道路通行人数は一日あたり約 1.98 万人であったが、整備後には約 2.18 万人と、10%程増加した。エリア全般、魅力的な街になったと考えられる。また図3で示すように、整備前には、平日の平均が休日より多かったが、整備後には休日のほうが多く、利用傾向が変わったことが明らかになっている。同データの渋谷周辺エリアのデータではこの二年大きな変動がなかったため、社会潮流ではなく、公園周辺エリアの特徴的な変化だとみなすことができる。

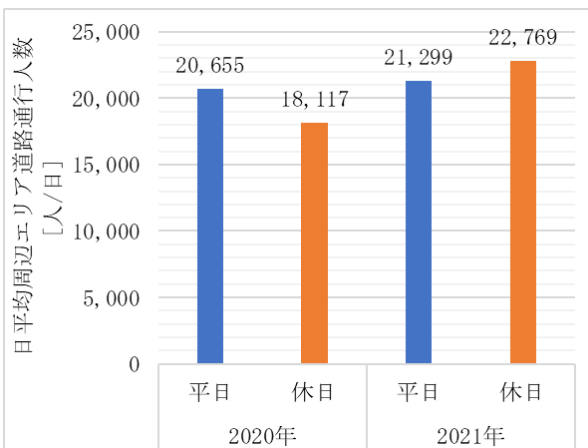


図-3 2020-2021年度の周辺エリア道路通行人数比較

図4の公園メッシュ滞在人数を見ると、通行人数と同様な傾向があり、より激しく変動している。整備前の2020年度全体の日あたりの公園メッシュ滞在人数が約 6300 人から、整備後2021年度には約 8700 人と、3-4割ほど増加した。特に休日の滞在人数は7割以上増加し

(2) 周辺エリア通行人数

開園前後、平日休日別の周辺エリア通行人数推計モデルの式は以下となる。式(2)から(5)まで、整備前平日、整備後平日、整備前休日、整備後休日である。外部環境要因として、温度、湿度、風速との関係が弱かったため、全天日射量と時刻を中心にモデルを構築した。平日には通行人数が曜日とも強い相関があるが、休日はあまり関係がない。

$$P_b^w = 1611.9 + 61.33 \log(GHI) - 9.4983T_d^2 + 45.302T_d + 10.804T_t^3 + 4.1885T_t^2 - 27.512T_t \quad (2)$$

$$P_a^w = 1660.8 + 67.71 \log(GHI) - 9.2161T_d^2 + 44.74T_d + 6.3876T_t^3 + 4.6045T_t^2 - 4.1893T_t \quad (3)$$

$$P_b^h = 1557.7 + 51.286 \log(GHI) - 10.505T_t^2 + 17.381T_t \quad (4)$$

$$P_a^h = 1997.2 + 74.394 \log(GHI) - 13.0121T_t^2 + 25.724T_t \quad (5)$$

係数から、リニューアル後には、常時通行人数が増え、また全天日射量の影響がより大きくなっていることがわかる。開園前後それぞれ、平日休日・時刻別・全天日射量別で KLA 推計値とモデル計測値をプロットすると、以下図 5-6 のようになる。2020 年度と比べ、平日休日とも2021年度開園後のほうが通行人数が2割ほど多く、時刻別のグラフでは 5-7 時に日の出、17-19 時に日の入れによる断層が見える。ただしモデルとして休日はサンプル数が少なく、特に 2021 年度全天日射量との関係が弱いように見える。

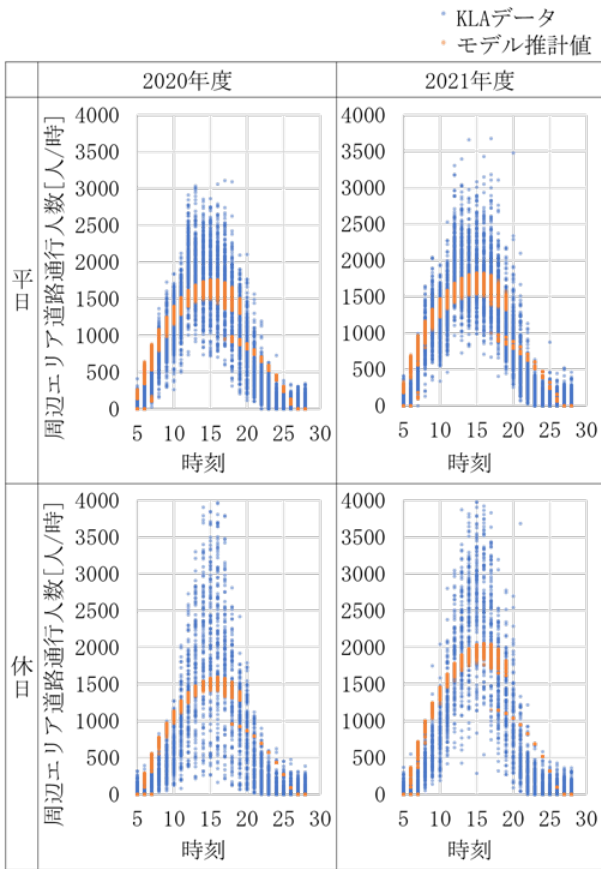


図-5 時刻別周辺エリア道路通行人数推計

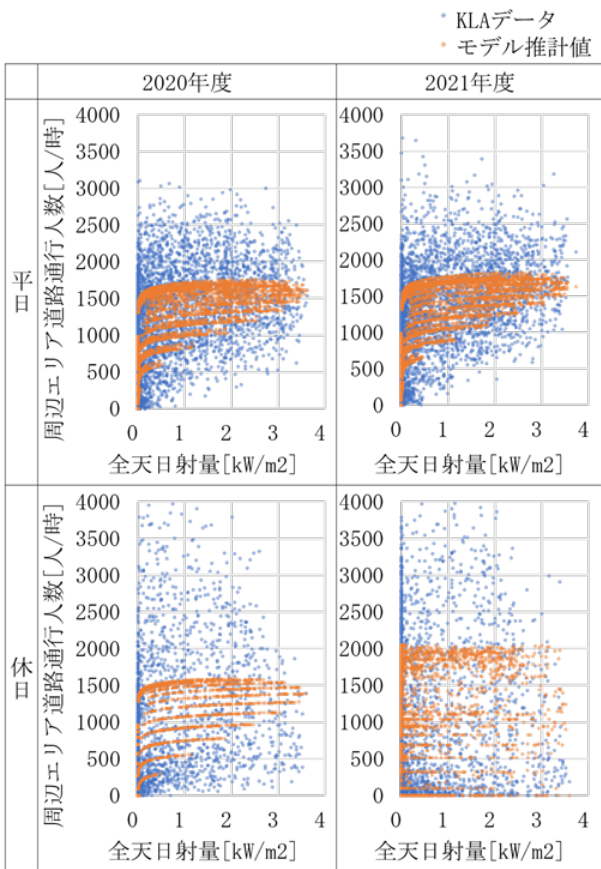


図-6 全天日射量別周辺エリア道路通行人数推計

推計後の結果を横並び、2020年と2021年の通行人数を比較するために、全天日射量、曜日、時刻など関係要素からすべて同じであるときの推計値と、その比率を求めた。横軸を2020年推計値、縦軸を比率にしたグラフが図7になる。休日のデータが少ないことと、2021年度の傾向が明確になっていない、特に全天日射量に対するモデルの適合度が低いことから、平日のみ比較した。

2020年推計値が大きい時は比率が1に近い反面、500人以下の時、比率が1.2~2ほどになることから、通行人数が多い場合の差は大きくないが、2020年に比べ、2021年の場合は日射量がない、または外出の少ない時間帯でも、常に通行人数が一定数いたことがわかる。公園リニューアルの影響がとしてとらえられる。

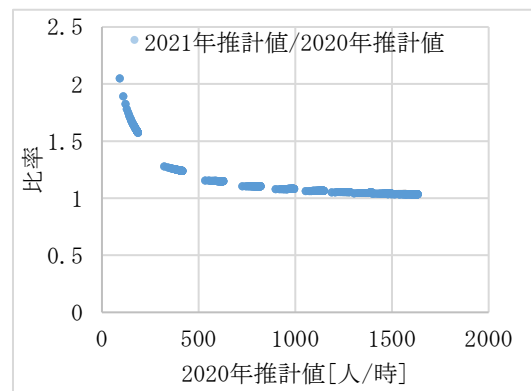


図-7 公園開園前後平日周辺エリア道路通行人数推計比較

(3) 公園メッシュ滞在人数

2020年度は公園が改修工事であったため、開園後との公園メッシュ滞在人数比較に意味が薄いため、公園メッシュ滞在人数に関しては、2021年度分のデータを用いて、平日休日別の周辺エリア通行人数推計モデルを算出した。その式とグラフは以下となる。

$$S^w = 244.08 - 0.22(GI - 67.5)^2 - 2.92 * 10^{-5} P^w{}^2 + 1.31 * 10^{-4} P^w GI \quad (6)$$

$$S^h = 233 - 0.18(GI - 67.5)^2 - 1.84 * 10^{-5} P^h{}^2 + 1.63 * 10^{-4} P^h GI \quad (7)$$

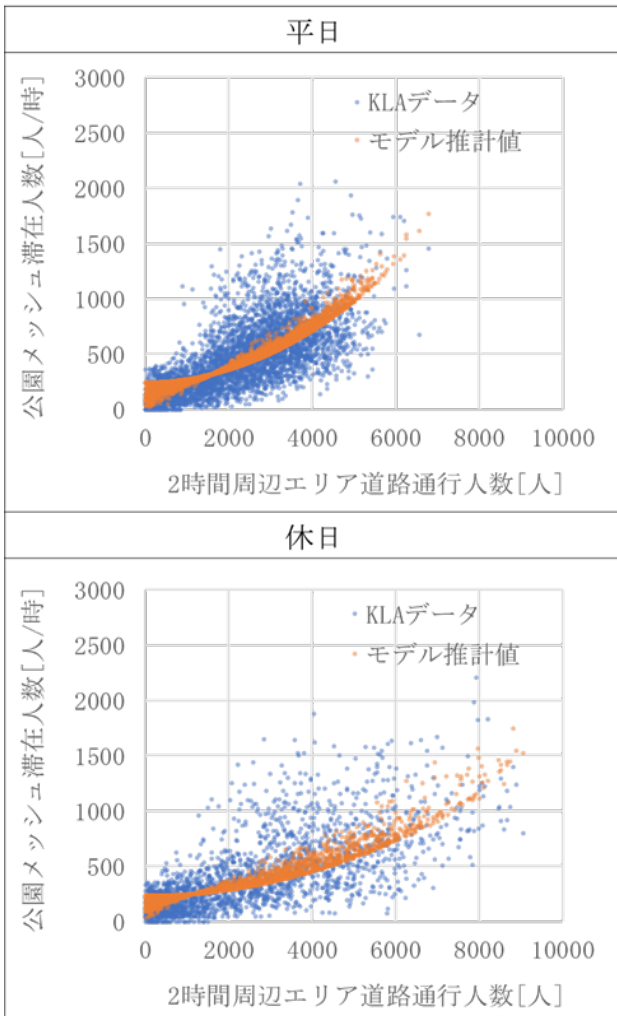


図-8 2021年度の公園メッシュ滞在人数推計

前 1 時間からの周辺エリア通行人数から、平均で約 2-3 割公園に滞留する中で、平日・休日に不快指数や通行人数が同じである場合には、休日のほうが滞在人数が少ないように示される。

外部環境要因が同じ場合に、周辺エリアに魅力度の高い施設とイベントが多く、休日は周辺エリアを通る人口は、それらを目当てに神南に訪問しているため、公園で滞在する選択をしない可能性が高く、平日の場合は、休日と比べ、神南エリアを通る人の内、近所で勤務している人が多いため、屋外空間である公園でランチや休憩をとることが多いからだと考える。

また、以下図 9 で不快指数、2 時間周辺エリア道路通行人数が同じ場合、平日・休日別の推計値を比較した。縦軸に休日推計値より平日推計値を割った比率を示し、横軸に平日の公園メッシュ滞在人数推計値を示している。

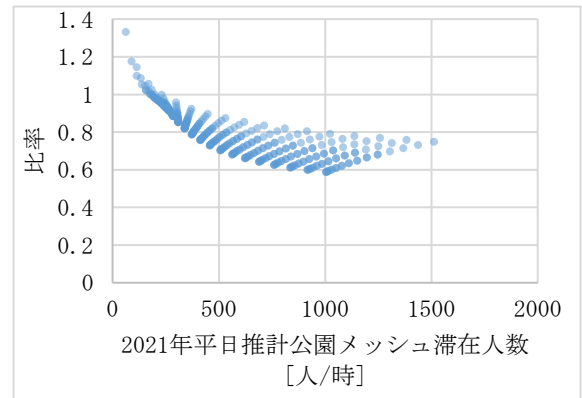


図-9 2021年度の公園メッシュ滞在人数推計値比較

通行人数が少ない場合、公園内に滞在する人数に大きな差はない。しかし通行人数が多い時ほど、平日のほうが滞在人数も多く、同じ推計値に対して、縦軸の比率値が散在していることから、不快指数の影響も大きくなっていることがわかる。全天日射量が多い、好天気の時間帯に、外出する人数は増えるが、実際北谷公園で滞在するためには、より外で過ごしやすい状況でないと、人がとどまらないということがわかる。滞在を長くするためには、不快指数の高い時に環境を補完できるサービスや仕組みが期待される。

5. まとめと総合考察

(1) 公園整備に伴うまちの回遊への影響

まちに開かれた公園が整備され、周辺の回遊が増えたことは明らかになった。特に平日、曇っていたり、早めや遅めの時間帯で、従来普段人通りが少なかった場合に、周辺通行人数が増えたことから、まちの回遊が増えたほかにも、周辺エリア治安状況の改善にもつながることがわかる。

(2) 今後の課題と研究の方向性

まず本研究で利用者データの課題として、2020年以來パンデミックに外出頻度が影響されていた時期の数値なので、特に 2020 年度に関しては、緊急事態宣言前後の通行、滞在人口減が激しかったと思われる。感染者数、大衆の認識など複合的な要素に影響されていて、補正するにもハードルが高いため、補正等かけていないデータで分析をした。より正確な比較のためには、それ以前の状況と照らし合わせる手段を今後模索していきたい。

滞在人口としては、公園の位置するメッシュのデータを抽出したが、公園利用者とは乖離がある。現在センサーの設置を通じてより精度の高い公園利用者を計測する試みをしていて、今後はそちらのデータを中心に、公園に滞在する人数の傾向を把握したい。

上記二点を踏まえ、まちの長期的な発展の視点から、渋谷区立北公園周辺エリア通行人数、公園内に滞在する人数計測を続け、より精度高い推計モデルの構築を目標とする。また、一般的に公園整備効果推計に適用できる汎用性高いモデル構築のために、他公園関連の情報を収集したうえで、比較分析を行う手法の模索も一つの方向性である。さらに、今後公園整備と周辺開発間の関係性も把握するに、周辺施設分布の経年変化情報を取り入れ、公園の分析と一体的に、周辺エリアの変動と、それらに伴う人の流動変化を観測分析することで、公園の整備がまちづくりに寄与できるパターンを探ることができる。

NOTES

注1) 図 1, 図 2 の図面は、KDDI・技研商事インターナショナル「KDDI Location Analyzer」ツール及び国土地理院の地図をもって作図したものとなる。

注2) データ提供：KDDI・技研商事インターナショナル「KDDI Location Analyzer」

※au スマートフォンユーザーのうち個別同意を得たユーザーを対象に、個人を特定できない処理を行って集計している。

REFERENCES

- 国土交通省：都市公園新時代～公園が活きる、人がつながる、まちが変わる～都市公園の柔軟な管理運営のあり方に関する検討会提言,
<https://www.mlit.go.jp/toshi/park/content/001519828.pdf>, 2023 年閲覧
- 峰寄 悠：公募設置管理制度 (Park-PFI) について 国土交通省,
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kanminrenkei/content/001329492.pdf>, 2023 年閲覧
- 遠藤 玲, 中村 和彦, 山本 清龍：民間収益施設のある都市公園の利用者の購買行動と滞留場所の関係性, 日本造園学会誌「ランドスケープ研究」, 85 巻 5 号, pp. 499-504, 2022.03
[Endo, R. and W.Nakamura, K. and Yamamoto, K.: The relationship between buying behavior and preference of location in The relationship between buying behavior and preference of location in parks with for-profit facilities, Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture, Vol. 85, Issue 5, pp. 499-504, 2022.]
- 宇隨幸雄：都市公園における Park-PFI 等官民連携事業の進め方についての研究, Urban Study, Vol.70,
https://www.minto.or.jp/print/urbanstudy/pdf/u70_06.pdf, 2023 年閲覧
- 都市公園等事業の事後評価の指標及び判断基準 国土交通省, 2014, 2023 年閲覧
<https://www.mlit.go.jp/common/001201123.pdf>
- 大規模公園費用対効果分析手法マニュアル 国土交通省, 2017, 2023 年閲覧
<https://www.mlit.go.jp/common/001187812.pdf>
- 西坂 涼：都市公園等事業の事業評価から見る都市公園の機能と評価指標, 都市計画報告集, 20 巻 4 号, pp. 409-414, 2021
[Nishisaka, R.: Relationship between park functions and the evaluation index for urban park projects, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol. 20, Issue 4, pp. 409-414, 2021.]
- 福井 恒明, 安藤 義宗, 兼子 和彦：利用者のコメントに基づく景観整備効果の分析, 景観・デザイン研究講演集, No.2, pp. 147-154, 2006.12
- 武田雄, 畔柳昭雄：葛西海浜及び臨海公園整備にみられる環境改善効果と維持管理方法に関する研究, 日本造園学会誌「ランドスケープ研究」, 66 巻 5 号, pp. 723-728, 2003
[Takeda, Y. and Kuroyanagi, A.: A study of the effect and of the maintenance and management with the Kasai Kaihinand Rinkai Park development, Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture, Vol. 66, Issue 5, pp. 723-728, 2003.]
- 吉田英雅：都市公園の効果的な整備・管理運営を目指した取組事例の紹介 豊島区造幣局地区防災公園の取組, 都市住宅学会機関紙「都市住宅学」, 第 101 号, pp. 59-63, 2018
[Yoshida, H.: Introduction of a new effective approach, park development and park management —The Toshima-ku Zoheikyoku-chiku disaster prevention park —, Urban housing sciences, pp. 59-63, 2018.]
- Thorsson, S., Honjo, T., Lindberg, F., Eliasson, I., & Lim, E. M. (2007). *Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places*. Environment and Behavior, 39(5), 660-684.
- 木内豪：屋外空間における温冷感指標に関する研究, 日本気象学会機関誌「天気」, 48 巻 9 号, pp. 661-671, 2001
[Kinouchi, T.: A study on thermal indices for the outdoor environment, The Meteorological Society of Japan TENKI, Vol. 48, Issue 9, pp. 661-671, 2001.]

(Received February 21, 2023)

(Accepted ?, 2023)

ANALYSIS OF STAYING AND PASSING POPULATION AROUND PARKS FOR EVALUATION OF RENEWAL EFFECTS

Zhihua JIN, Masato ITO, Shinpei ITO and Azumi OSHIMA

As deterioration of parks proceeds in the recent decade, there has been a discussion on how this open public property can be better maintained. Particularly with the current boom of Park-PFI projects, there is

a need to estimate how effective the renewal is, not only by the visitors to the park but also by how it influences passengers around the surrounding area, further to revitalize the region. On top of it, another social trend is the wider usage of sensors in outdoor scenes. It is made possible with mobile devices and improved sensing technology providing reliable data with limited budgets

This paper is aimed to find out the effects of park renewal projects, with weather data and KDDI Location Analyzer data. Considering the number of people who stays in the park and the number of passengers in the area as quantitative index of the usage of the park and its impact on surrounding commercial activities respectively, we were able to compare the conditions before and after the renewal of the park, determine the two indices by environmental factors, and estimate the possible increase in these visitor related indices in future park renewals.