

通勤時間帯の歩行経路選択モデルを用いた都市公園の価値評価



AH22093 高橋晴士

指導教員 岩倉成志

1. 背景・目的

都市公園や緑地は市民の心身の健康を支える重要な社会資本として位置づけられている。一方で、人々の評価や利用実態に基づいた公園価値の把握については、十分に進んでいない。特に都市部では、公園は多目的に利用されており、通勤や通学といった日常的な移動途中の通過空間としての役割も担っている。このような利用実態は、高取ら²⁾が指摘しているように、公園が街路ネットワークの一部として歩行者の移動行動に組み込まれ、経路選択に影響を及ぼす何らかの魅力や効用を有していることを示唆している。

そこで本研究では、歩行者の経路選択行動に着目し、公園を経路選択要因の一つとして位置づけることで、都市公園が経路選択に与える影響を定量的に明らかにすることを目的とする。これにより、都市公園を移動の過程で選択される通過空間として捉え、その利用実態に基づいた都市公園の新たな価値の捉え方を提示することを目指す。

2. データ概要と対象地域

(1) 使用データ

モデルの構築にはブログウォッチャーデータを用いる。このデータは特定アプリの利用者から数分単位の時間間隔で緯度経度単位の位置情報を取得するものであり、取得時刻、通過メッシュ、年齢、性別などの情報も与えられる。

分析対象期間は 2018 年 10 月 15 日から 10 月 19 日までの平日とし、通勤時間帯である午前 6 時から午前 10 時までに観測されたデータを用いる。

(2) 分析する地域の選定

東京 23 区内に存在する面積 1ha 以上の公園の周辺ログデータを対象に各サンプルの起終点を 6 次メッシュ (125m メッシュ) ごとに集計し、これらを同一の起点から同一の終点への移動ログを抽出する。最短経路としての公園通過を排除するため、最短経路に公園が含まれない起終点で、かつ起終点間に十分なサンプル数が見込まれる公園を分析対象とした。対象地域に含まれる都市公園の概要および、各公園において取得されたサンプル数を表 1 に示す。起終点設定の一例として、日比谷公園周辺と木場公園周辺を対象としたケースを図 1 に示す。

3. 公園に関する基礎考察

各公園において歩行者が最短経路に対して迂回を伴う場合であっても、公園を通過するような傾向を有しているかを確認する。各対象地域のサンプルから公園を通過しているサンプルのみを抜き出し、対象起終点の全サンプルに対する公園を通過したサンプルの割合 (公園通過率) を表 1 に示す。

すべての対象公園において、最短経路に対して一定の迂回を

表 1 公園概要と公園通過率

公園名	面積 (ha)	所在地	サンプル数	公園通過率 (%)
木場公園	24.1	江東区	113	23.9
日比谷公園	16.1	千代田区	323	10.5
猿江恩賜公園	14.5	江東区	115	12.2
新宿中央公園	8.8	新宿区	236	16.9
隅田公園	8.2	台東区	113	16.8
錦糸公園	5.6	墨田区	143	22.4
しながわ中央公園	2.8	品川区	116	12.1
東品川海上公園	2.7	品川区	141	29.1
中野四季の森公園	2.1	中野区	196	25.0
深川公園	1.7	江東区	204	14.2



図 1 起終点設定例：日比谷公園・木場公園

伴いながらも公園を通過するサンプルが 10%以上確認され、さらに 4 公園ではその割合が 20%を超えていた。この結果は、歩行者が必ずしも距離や所要時間といった効率性のみを基準として経路を選択しているわけではないことを示している。すなわち、公園を経由すること自体が歩行者の経路選択に影響を及ぼしており、距離的な不利を許容してでも公園内を通過する行動が一定程度存在していると考えられる。以上より、都市公園は日常的な移動経路の一部として選択され得る通過空間としての役割を有しており、歩行者の経路選択行動に影響を与えている可能性が示唆される。

4. 経路選択モデルの検討

(1) モデルの検討

多項ロジットモデル (MNL) と、Path-Size-Logit (PSL) モデル³⁾を検討した。MNL モデルは IIA 特性のため、互いに部分的に重複する歩行経路を選択肢とする場合、選択確率を過大に評価する可能性がある。PSL は経路の重複度を考慮する Path-Size 項を導入することでこの問題を緩和し、歩行経路選択のようなネットワーク上の選択行動をより適切に表現できる。Path-Size 項は以下の式で定義される。

$$PS_k = \sum_{a \in \Gamma_k} \left(\frac{l_a}{L_k} \right) \frac{1}{\sum_{m \in C} \delta_{am}}$$

k: 経路番号, a: 道路リンク, Γ_k : 経路 k に含まれるリンク
 l_a : リンク a の長さ, L_k : 経路 k の全長, C: 代替経路集合
 m: 代替経路番号, δ_{am} : 経路 m がリンク a を含むと 1, 含まなければ 0 (経路 m へのリンク a の包括ダミー)

(2) 効用関数の設定

以下のように効用関数を設定し、モデルを構築する。

MNL モデルと PSL モデル ({PS_k 項} を含む)

$$V_k = \beta_1 \cdot D_k + \beta_2 \cdot T_k + \beta_3 \cdot M_k^* + \beta_5 \cdot S_k + \beta_4 \cdot P_k^* + \beta_6 \cdot F_k^* + \beta_7 \cdot A_k^* + \beta_8 \cdot V_k^* \{ + \lambda \cdot \ln(PS_k) \}$$

$$M_k^* = 100 \cdot \frac{M_k}{D_k}, \quad S_k = \frac{\sum_{a \in \Gamma_k} s_a \cdot l_a}{\sum_{a \in \Gamma_k} l_a}, \quad P_k^* = 100 \cdot \frac{P_k}{D_k}$$

$s_a \in \{0, 1, 2\}$ (0: 商店なし 1: 商店ややあり 2: 商店あり)

$$F_k^* = \delta_k \cdot \left(100 \cdot \frac{F_k}{H_k} \right), \quad A_k^* = \delta_k \cdot \left(\frac{A_k}{H_k} \right), \quad L_k^* = \delta_k \cdot \left(\frac{L_k}{H_k} \right)$$

$\beta_1 \sim \beta_8, \lambda$: パラメータ, D_k : 距離(m), T_k : 右左折回数(回), M_k^* : 主要道路干渉歩行距離割合(%), S_k : 商店リンクスコア, P_k^* : 公園沿い歩行割合(%), F_k^* : 樹木被覆割合(%), A_k^* : 公園施設密度(個/ha), V_k^* : 景観要素密度(個/ha), PS_k : PS 項, M_k : 主要道路干渉歩行距離(m), s_a : リンク a における商店の分布状況を表す指標, Γ_k : 経路 k に含まれるリンク, P_k : 公園沿い歩行距離(m), l_a : リンク a の長さ(m), δ_k : 経路 k が公園を通過すると 1, それ以外は 0, F_k : 樹木被覆面積(m²), A_k : 公園内施設数(個), V_k : 景観要素数(個), H_k : 公園面積(ha)

なお、主要道路干渉歩行距離 M_k 及び、公園沿い歩行距離 P_k は、それぞれ主要道路沿い、公園沿いの歩行区間長である。また、リンク a における商店の分布状況を表す指標 s_a における商店は、歩行者が通過時に立ち寄りの可能性を有する路面型の商業施設を指す。樹木被覆面積 H_k 、公園内施設数 A_k 、景観要素数 V_k については、OpenStreetMap (OSM) において定義された土地利用および施設・景観オブジェクトの情報を用いて算出した。使用した具体的な OSM オブジェクトをそれぞれ表 2 に示す。

(3) 選択肢集合の作成

本研究では、各サンプルに対して、実際に選択された経路と、それを含まない経路のうち出現頻度の高い上位二経路を代替経路として設定し、選択肢集合を構成する。

5. パラメータ推定結果と考察

表 3 に PSL モデルと MNL モデルの推定結果をそれぞれ示す。パラメータの有意性については、すべての説明変数において 5%水準で有意であり、調整済み尤度比も 0.231 と比較的良好的な適合度が得られ、通勤時間帯の歩行経路選択に、距離や右左折といった移動効率のみならず、沿道環境や公園の質的要素が影響していることが示された。一方で、経路間の独立性を考慮するために導入した PS 項のパラメータは、符号条件と一致しなかったため、本研究では MNL モデルで考慮する。

各説明変数の等価距離を表 4 に示す。例えば、公園沿い歩行割合を 10%増加させる効果は約 41m の距離短縮に相当し、本研究で扱った環境要因の中でも比較的大きな影響を示している。一方、主要道路干渉歩行距離割合を 10%低減する効果は約 13m の距離短縮に相当する。これらの結果から、歩行者は騒音や交通量の多い幹線道路を回避しつつ、公園沿いの落ち着いた空間を選好する傾向を有していることが示唆される。また、公園を通過する経路に対してのみ適用される樹木被覆割合、公園施設密度、景観要素密度はいずれも正で有意であったが、等価距離の大きさには差がみられる。樹木被覆割合は正の効果をもつものの等価距離は比較的小さく、樹木量そのものが強い迂回動

表 2 オブジェクト情報

要素	OSM キー 値	公式定義
樹木被覆面積	natural wood	自然性格が強い 樹木密集地
	Landuse forest	管理されている樹木密集地
公園内施設	leisure playground	子供の遊び場
	tourism artwork	屋外アート彫刻・記念碑
	amenity cafe	カフェ・喫茶店
	amenity bench	ベンチ (公共に解放された座れる場所)
景観要素	natural water	川・池・湖などの水域
	natural wetland	湿地 (自然の水辺・湿原)
	leisure garden	観賞用の庭園 (花壇なども含む)

表 3 推定結果

	PSL モデル		MNL モデル	
	説明変数	パラメータ t値	説明変数	パラメータ t値
道路・経路特性	距離 (m)	-0.00549 -5.02	距離 (m)	-0.00631 -6.11
	右左折回数 (回)	-0.370 -9.66	右左折回数 (回)	-0.334 -9.83
	主要道路干渉歩行距離割合 (%)	-0.00730 -4.27	主要道路干渉歩行距離割合 (%)	-0.00800 -4.79
	商店リンクスコア	0.648 5.65	商店リンクスコア	0.617 5.46
公園・環境特性	公園沿い歩行割合 (%)	0.0249 8.78	公園沿い歩行割合 (%)	0.0259 9.28
	樹木被覆割合 (%)	0.00204 8.52	樹木被覆割合 (%)	0.00201 8.41
	公園施設密度 (個/ha)	0.334 4.09	公園施設密度 (個/ha)	0.269 3.57
	景観要素密度 (個/ha)	0.300 4.98	景観要素密度 (個/ha)	0.316 5.19
PS 項	PS 項	-0.291 -2.12		
	調整済み尤度比: 0.231		調整済み尤度比: 0.228	
サンプル数: 1700				

表 4 等価距離

説明変数	距離換算方法	等価距離
右左折回数 (回)	1回減らす	-53m
主要道路干渉歩行距離割合 (%)	10%減少させる	-12.7m
商店リンクスコア	商店ややあり(スコア+1)が1km続く	-98m
公園沿い歩行割合 (%)	10%増やす	-41.1m
樹木被覆割合 (%)	10%増やす	-3.2m
公園施設密度 (個/ha)	1個/ha増加	-42.7m
景観要素密度 (個/ha)	1個/ha増加	-50.2m

機となるわけではないことが分かる。これに対し、公園施設密度および景観要素密度は等価距離が大きく、経路選択により直接的な影響を及ぼしている。このことから、樹木量そのものよりも、施設や景観といった即時的に知覚される要素が、経路選択により強く影響している可能性が示唆される。

6. まとめ

通勤時間帯の実際の歩行経路選択データを用い、都市公園の通過空間としての価値を定量的に評価した。推定結果より、公園沿いの経路は統計的に有意に選好されることが示され、都市公園が通勤時の歩行環境を改善する重要な要因として機能していることが明らかとなった。この結果は、歩行者が移動効率のみならず、沿道環境の快適性などの要素を考慮して経路を選択していることを示唆している。加えて、樹木率・公園施設密度・景観要素密度といった公園の質的要素も有意であり、整備水準の高い公園ほど通勤経路として選好されることも確認した。以上のことから、公園沿いの連続性や園内の質を意識した整備が、通勤者の歩行環境を改善する可能性がある。

なお、本研究では経路の重複性を考慮するために PSL モデルを検討したが、想定される符号条件と一致しなかったため、MNL モデルを最終モデルとして採用した。PSL モデルの適用可能性については今後検討が必要である。

参考文献

- 国土交通省都市局公園緑地・景観課: 新たなステージに向けた緑とオープンスペース政策の展開について、新たな時代の都市マネジメントに対応した都市公園のあり方検討会最終報告書
- 高取千佳, 石川幹子: 歩行者の移動経路に着目した都市公園の評価手法に関する研究-東京都京橋地区を対象として-, 日本都市計画学会都市計画論文集 No.45, pp.793-pp798, 2010
- 兵藤哲郎, 遠藤弘太郎, 萩野保克, 西隆太: Path Size Dial Logit モデルの提案とその適用可能性, Traffic engineering / 交通工学研究会編 44 巻, pp.66-75, 2009.