

都市公園のデザインが人の熱的快適性に与える影響分析、快適な都市公園づくりに向けて
研究報告

崔 麗華 (京都大学農学研究科)
lihua.cui.36x@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

都市公園は自然の少ない都市で自然と触れ合うことができる必要不可欠な空間である。しかし、都市公園の利用実態を見ると、人々の公園利用率(福井ら、2021)や公園に対する満足度(Rupprecht&Cui,2020)は高いとは言えない。より多くの都市住民に都市内の自然を楽しんでもらうためには、公園へのアクセスや安全に対する配慮や施設を改善する対策もあるが、公園の快適性も考慮すべき要素の一つである。特にこの数年間、地球温暖化の深刻化やそれによる異常気象が頻発に起こり、都市の熱環境が悪化している中で、都市公園の環境改善機能に対する期待が高まっている。

都市公園は緑陰を形成することや樹木の蒸散作用によって温熱環境を改善する機能を有している。都市公園のヒートアイランド現象の緩和効果や気温低下効果は数多くの研究によって証明されてきたが、都市公園の温熱環境に関する研究の蓄積が増えるにつれて、近年は都市公園や緑化された空間が必ずしも温熱環境を改善するとは言えないということが明らかになっている。たとえば、台北の61カ所の公園を対象として行われた研究では約2割の公園が周辺環境に比べて暑いという結果となった(Chang et al, 2007)。都市公園の温熱環境は地域の気候、地形や周辺環境など、様々な要素に左右されるため、同じ形態の緑地であっても場所によっては異なる温熱環境を形成するからである。そのため、場所の環境をよく読み取ったうえで、適切なデザインをすることが大事だと指摘されているが、適切な公園デザインに関する知見はまだ少ない。

2. 研究目的

本研究は、快適な公園づくりを通じて特に酷暑期に都市住民が公園を利用して熱的ストレスを解消できるよう、快適な都市公園づくりに関するエビデンスや知見を提供することを目指している。

具体的な目的としては、京都市中心市街地の街区公園における温熱環境を評価し、公園の空間構造を分析する。さらに、温熱環境と空間構造の相関関係を分析することにより、快適な温熱環境が創出できる公園空間構造に関する知見を得る。

3. 研究方法

3.1 調査地

都市住民に最も身近な街区公園を研究対象としている。京都市内で緑地がもっとも少なく、ヒートアイランド現象の影響により温熱環境が最も厳しいとみられる上京区・中京区から全ての街区公園を研究対象とした(図1)。上京区および中京

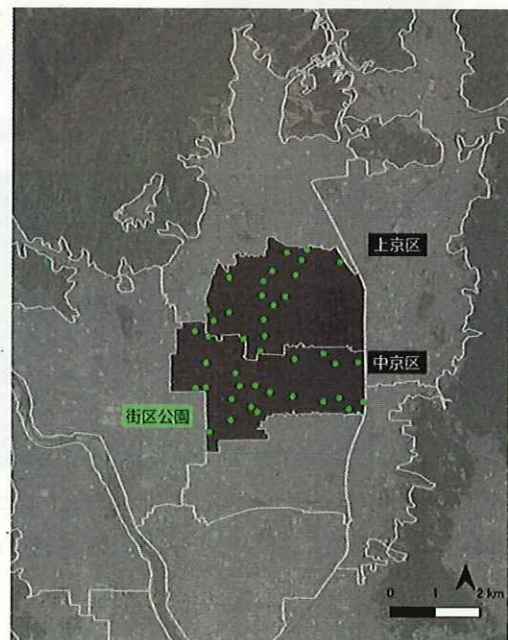


図1 上京区および中京区における街区公園の分布

区の街区公園の中から園内樹木の剪定や工事を行う予定がある公園を排除し、残りの28ヶ所の公園を調査対象地とした。

3.2 調査時期

2021年、7月中旬から9月上旬まで、快晴な日に、9時から17時まで調査公園内で温熱環境の測定を行なった。温熱環境測定調査が終わった後の9月中旬から10月中旬までは、調査公園の3次元点群データを収集した。

3.3 温熱環境測定および快適性評価

公園内の人の休憩場所であるベンチ、藤棚や四阿等に着目し、全ての休憩場所で気象計(Ketrel5400 & WatchDog2000、図2)を用いて温熱環境を測定した。休憩場所が公園の周辺環境に比どの程度に緩和されるかを把握するため、対照ポイントとして、公園周辺にある広場や道路にも気象計を設置し、同様の温熱環境の測定を行なった。

現地調査で得た温湿度、風速、グローブ温度を用いて温熱環境評価指数であるPET(Physiological Equivalent Temperature)を計算した。PETは室外の温熱環境の快適性を評価する指数の中で最も広く使われている評価指数の一つである。PET値による温熱環境の評価範囲、26~30℃が快適、30~34℃はやや暖かい、34~38℃は暖かい、38~42℃は暑い、42℃より高ければ非常に暑い環境に評価される。

3.3 3次元点群データ収集

レーザースキャナー(Leica BLK360、図2)を用いて公園の高解像度の3次元パノラマ画像をスキャンした。スキャンしたデータはCloudCompareを用いて園内樹冠の点群データを抽出し、樹冠のボリュームを計算した(図3)。



WatchDog



気象計Kestrel5400



レーザースキャナー
Leica BLK360

図2 調査機器



図3 CloudCompareを用いた樹冠ボリューム解析、公園における3次元点群データ(左)、公園点群データから抽出された樹冠(中)、樹冠点群データの対照高度を表した画像(右)

4. 研究結果

4.1 調査日の気象状況

気象庁の記録によると、2021年7月15日から9月10日まで、猛暑日数は14日、夏日数は26日であった。調査は事前に天気予報を確認し、晴れの予報があれば次回の調査を計画するため、天気予報の変動等により、全ての猛暑日に調査を行うことはできなかった。調査日の中、猛暑日は8日、夏日は11日、最高気温が30℃を超えない日が一日で、合計20日間温熱環境の測定調査を行なった。

4.2 調査公園の温熱環境

28ヶ所の公園の中から測定対象になった休憩場所は合計110ヶ所である。全ての休憩場所の平均気温は、約32.0℃、PETは約34.7℃（暖かい）であった。各調査日の気象状況が異なるため、異なる調査日に収集した公園の温熱環境を直接比較することはできないが、ここでは調査公園の概況を示すため、猛暑日に測定した公園と夏日に測定した公園に分けて温熱環境に関する調査結果を示す。

猛暑日に測定した公園の中で、平均PETが最も高かったのは新建公園のベンチ②（図4左）であり、暑い環境（約42℃）と評価された。PETが最も低かった公園は、戻橋公園②であり、少し暖かい環境（約32℃）と評価され、猛暑日の厳しい環境の中でも温熱環境が大きく緩和されていることが分かる。夏日に調査した公園の中で、平均PETが最も高かった公園は、鹿垣①であり、約39℃で暑い環境と評価された。PETが最も低かったのは西陣公園の藤棚（図3右）であり、快適な環境（平均PET約29℃）と評価された。

京都市の猛暑日でも、多くの公園が暖かい環境であることが示唆され、京都市の中心市街地の街区公園は温熱環境緩和機能がかなり高いと考えられる。一方で夏日でも熱環境が厳しい公園も見られ、環境改善が必要な公園が確認できた。



図4 新建公園ベンチ2（左）および西陣公園藤棚（右）

4.3 調査公園の空間構造

3次元点群データを分析した結果、半分以上の公園の緑被率が40%以上であり、調査公園は街区公園として高い緑被率を持っていると考えられる。特に河川沿いにある戻橋公園は、公園全体が大きな樹木に覆われ緑被率が100%であった。一方、緑被率が6%にすぎない公園もあった。

本研究では樹冠ボリュームを計算することを通じて、公園内の樹木の量をより正確に把握することができた。図5は調査公園の中の1ヶ所の公園でスキャンした、樹冠面積約50m²、ボリューム約100m³である桜の木である。この桜の木を参照に、以下の計算式を通じて調査公園の樹冠密度を比較した。

$$50\text{m}^2\text{あたり樹冠ボリューム} = (\text{公園内樹冠ボリューム} / \text{公園面積}) * 50\text{m}^2$$

例えば、辰橋公園の樹冠ボリュームと公園面積で計算した結果、約 400m^3 という結果が得られ、 50m^2 内に図 5 のような桜の木の 4 倍あることになる。一方、橘公園からは 3m^3 の結果が得られ、橘公園には 50m^2 あたり図 5 の 0.03 倍の木があることを示す。また、中村公園と翔鸞公園は 2ヶ所とも 76% の緑被率をもつ公園であるが、上の計算により、中村公園には約 230m^3 、翔鸞公園には約 170m^3 の樹冠があることになり、中村公園の方が樹冠密度が高いことが分かった。



図 5 樹冠面積約 50m^2 、ボリューム 100m^3 である桜の木

先行研究で樹冠面積と温熱環境の相関関係を分析した結果、弱い関係 ($r \leq 0.4$, $p < 0.001$) しか見られなかったが、樹冠ボリュームと温熱環境の関係を分析することにより、樹木の分布・量と温熱環境の関係がより明確になると考えられる。図 6 は猛暑日に測定したある調査公園の 6ヶ所の休憩場所および対照場所の平均 PET を示す。図 6 が示すように、同じ公園内で測定した温熱環境でも、場所によって温熱環境の差が著しく、休憩場所の周辺環境、あるいは公園内の様々なミクロな空間構造の差が温熱環境の差を生じたと推測できる。休憩場所の温熱環境および公園空間構造の相関関係に関する解析は継続中である。

PET 38°C 以上から暑い環境と評価される

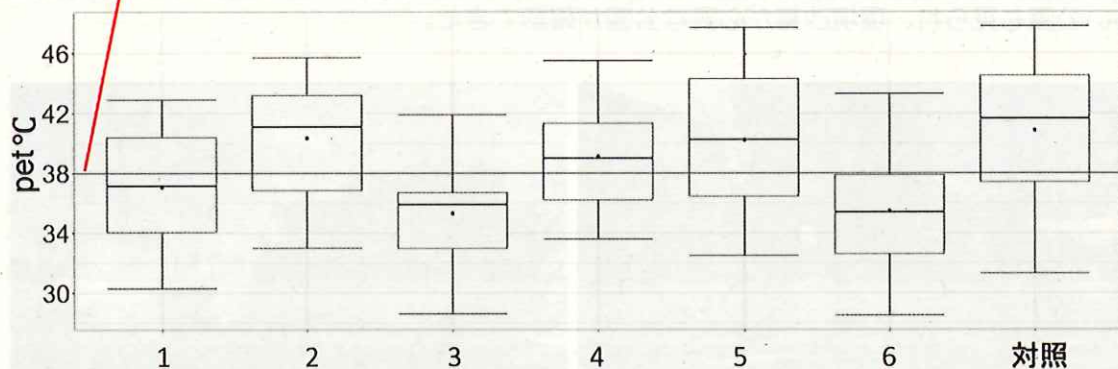


図 6 猛暑日に測定した公園内 6ヶ所の休憩場所および対照場所における平均 PET

5. 終わりに

2019 年には、東山区の街区公園を対象に温熱環境に関する研究を行ったが、東山区の公園に比べ中心市街地の公園は緑被率・快適性の面から高く評価できることが示唆された。その理由の一つとしては、中心市街地の街区公園の高木が挙げられる。中心市街地の公園は、ほとんどが 20 世紀月上旬から中旬に設立され、79~90 年の歴史を持つ公園も多くあった。そのため、大きな樹木がよく見られ、高木により大きな木陰が形成できる。一方、2000 年以降に設立された東山区の調査公園や本研究の調査公園では、樹木の本数が比較的少なく、樹冠の大きさも小さい傾向がみられた。今後は、引き続き樹冠ボリュームと温熱環境の関係を解析し、両者の関係を明らかにすることで、快適な公園づくりのために有意義な提案ができることを期待している。

6. 謝辞

本研究は学生の研究としては、大規模の調査研究であったが、貴財団の助成を受けることにより無事に調査を終了することができた。ここに感謝の意を表す。