

奨励金No.1623

現地観測に基づく街区内温熱環境の準リアルタイム予測システムの構築

川本 陽一

九州大学・芸術工学研究院 助教

Development of a Quasi-Real-Time Prediction System for Building-Block Thermal Environments Based on On-site Observations

Yoichi Kawamoto

Kyushu University, Faculty of Design, Assistant Professor

本研究では、市街地内部の温熱環境を準リアルタイムで詳細に予測するシステムを構築することを目的とする。2025 年度は樹木が温熱環境に与える影響を考慮するため、福岡市内の 2 つの公園を対象とし、既存の気象データを用いて解析を行った。解析結果より、樹木の日射遮蔽の効果とそれに伴う暑さ指数の低下が再現された。続く 2026 年度は観測値を随時取り込み解析を行うシステムを構築する予定である。

This research aims to develop a comprehensive system for quasi-real-time, detailed prediction of thermal environments within urban areas. In FY2025, we focused on two parks in Fukuoka City to examine the effects of vegetation on thermal conditions, analyzing the data using existing weather data. The results successfully reproduced both the shading effect of trees and the subsequent reduction in WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) values. In FY2026, we plan to implement a system that continuously incorporates real-time observational data for analysis.

1. 研究内容

1. 研究背景と目的

夏期の都市部は地球規模の気候変動と都市規模のヒートアイランド現象の二重の温暖化により、今後更に過酷な温熱環境となることは予想に難くない。熱中症対策として、環境省は WBGT (Wet Bulb Globe Temperature、湿球黒球温度または暑さ指数) を日本国内の 840 地点で実況及び予測を公開している。しかし先述の 840 地点は気象台やアメダスの観測地点であり、実際の市街地とは以下の点で異なる。1) アメダス観測地は芝地であるが、市街地はアスファルトやコンクリート等の不透水面に周囲の大部分を覆われている。2) アメダス観測地は周辺建物の日影の影響を受けない

場所に設置されるが、市街地は建物等の地物により日影の影響が複雑となる。また市街地では地表面と建物壁面の間で日射の多重反射が起きる。3) アメダス観測地は周辺の遮蔽物が少ない為に天空率が大いだが、市街地は建物等の地物により天空率が小さくなる。これらの差異により、アメダス観測地で実況及び予測される温熱環境と、市街地での温熱環境には齟齬が生じると考えられる。具体的には、市街地はアメダス観測地よりも気温が高く、芝地よりも高温のアスファルトやコンクリートに周囲を囲まれ、日射の影響については日影や天空率の影響により場所によって大きな差異が生じる。また、アメダスは約 21 km 間隔で設置されているが、それらの点を空間的に内挿しても

市街地内の面的な WBGT の分布を予測することは困難である。

以上の背景に対し本研究では、市街地内部の温熱環境を準リアルタイムで詳細に予測するシステムを構築することを目的とする。

都市部では夏季の気温上昇とともに、屋外空間の熱的快適性の確保が大きな課題となっている。特に都市公園は、熱環境の改善が求められるが、その効果は植栽の種類や規模、配置により大きく異なることが指摘されている。一方で、樹木の透過率や樹高の違いが、実際の公園内の熱環境にどの程度影響するのかを、放射環境の観点から詳細に検討した事例は限定される。1 年目となる 2025 年度は、福岡市の天神中央公園と警固公園を対象に、樹木の透過率および樹高の違いが日射量・MRT (Mean Radiate Temperature)・WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) に与える影響を解析することを目的とした。

2. 手法

本研究では福岡市の 2 つの公園（天神中央公園および警固公園）を Rhinoceros・Grasshopper とそのプラグインである Ladybug Tools を用いて、日射量、MRT、WBGT の解析を行った。

2.1 モデリング方法

樹木のモデリングは、天神中央公園については、公園台帳をもとに樹種ごとの樹高、透過率を考慮したモデルを作成し、警固公園については、詳細

な情報を入手できなかったため、書籍によって得た植栽配置図を基に、樹種ごとの樹高や透過率を考慮しない一律モデルを配置して行った。建物データについては国土交通省のオープンデータである PLATEAU を使用した。解析対象のうち、天神中央公園の建物形状モデルを図 1 に示す。

2.2 気象条件

解析に用いる気象条件は、EPW データ (EnergyPlus Weather File) を使用した。また、解析日時には EPW データの乾球温度が一番高かった 8 月 6 日 13 時を選定した。

2.3 解析条件

解析は天神中央公園で①植栽あり、②植栽なし、③植栽一律モデルの 3 シナリオ、警固公園で④植栽あり、⑤植栽なしの 2 シナリオの計 5 シナリオを実施した。また、天神中央公園では 6 地点、警固公園では 5 地点の観測地点を設け、地点ごとの結果の比較を行った。

3. 結果

本研究で構築した 5 つのシナリオを比較した結果、植栽の有無が日射量・MRT に対して大きな影響を与えることが示された。天神中央公園・警固公園のいずれのケースにおいても、植栽の存在により直達日射が大幅に遮蔽され、日射量は無植栽時に比べて低下した。特に天神中央公園では、個々の樹高や透過率の違いが遮蔽効果に影響していることが確認された。

さらに、MRT についても植栽ありの場合では植栽なしの場合と比較して顕著な低下が見られた。一方で、植栽の透過率による MRT の差は日射量ほど明確ではなかった。樹木の透過率が高い場合でも、樹冠の形態、高さ、周囲の反射環境の影響を受けるため、日射量ほど単純な傾向を示さなかったと推察される。また、同じ透過率でも樹高の高い樹種の方が日射量が低下する傾向も見られ

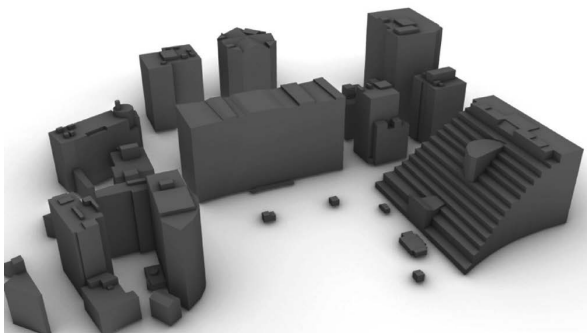


図 1. 天神中央公園 3D モデル

た。これは、樹高が高い樹木は樹冠が広がり、遮蔽の対象範囲が大きくなることで地表に到達する直達日射が減少した可能性が高いからと考えられる。

一方で WBGT は、植栽あり・なしの差は確認できたものの、日射量や MRT に比べるとその差は小さかった。これは、本研究の WBGT 計算において風速や湿度・乾球温度が EPW データを基に一律で適用され、葉の蒸散や対流の変化といった植栽周辺特有の空気環境が十分に反映されなかったことが一因と考えられる。また、乾球温度が最も高い日時を選定したことにより、そもそもの WBGT が高くなったことも原因と考えられる。

警固公園では一律モデルを用いたが、植栽があることによる日射量・MRT の低下は明確であり、植栽量の違いが暑熱緩和に大きく寄与することが示された。また、天神中央公園において透過率や樹高を一律化したモデルと実際のモデルを比較した結果、植栽の枝葉密度や樹種特性を反映することが、より精度の高い暑熱環境評価につながることを確認された。また、植栽配置と樹冠特性が都市公園の温熱環境に大きく影響していることも明確となった。

2025 年度は平年を想定した EPW データを用いたが、2026 年度は観測値を随時取り込み解析を行うシステムを構築する予定である。

2. 発表（研究成果の発表）

該当無し