

1. 研究の背景と目的

近年、都市屋外空間における快適な環境づくりが重要な課題になっており、中でも熱的快適性の向上が求められている。平成 24 年度 3 月に環境省が発表したヒートアイランド対策マニュアル¹⁾では、ヒートアイランド現象そのものを抑制する緩和策に加え、ヒートアイランド現象により生じる影響の抑制を目的とした適応策も対策の重要な柱として位置づけている。ヒートアイランド現象によって都市の温熱環境悪化が進行する中、夏季における熱ストレスを軽減し、快適な都市生活を確保するための対策が求められているからである。そのひとつが、体感温度を低下させ、熱ストレスを軽減するような屋外空間の快適性の改善である。熱的快適性には、代謝量、着衣量といった人為的要素以外に、気温、湿度、気流速度（風速）、放射という物理的な要素が影響している。そのうち人為的に調整できるのは放射環境だけであるため、放射環境の改善の必要性が指摘されている。しかし、放射環境を改善するためにはまず、熱的快適性が屋外空間の利用にどのような影響を与えているか明らかにする必要があるが、未だ十分に研究されているとは言い難い。

熱的快適性の指標として有効であるとされる平均放射温度(MRT)は、人が周囲から受ける熱放射を平均化して温度換算したものである。MRT は滞留者数および平均滞留時間と高い負の相関を示す²⁾こと、そして快適な空間は長い時間利用される²⁾ことが示されている。指摘されている。また MRT は場所選択行動にも大きく影響している³⁾ことが示唆されているが、屋外空間の利用に関して、熱的快適性以外にアクセシビリティや開放性、景観特性なども影響している。これらが複合的に快適性を生み出しているが、既述したように、熱環境の改善が都市における諸問題への対策として重要であるため、熱環境による影響を正確に把握する必要がある。

そこで本研究では、快適な屋外空間の創出に資する知見を得るため、MRT を熱的快適性の指標とし、熱環境特性と屋外空間の利用との関係を明らかにすることを目的とした。MRT は 3D-CAD 対応型・熱収支シミュレーションツールを用いて算出した。より多くの地点で実測を行う場合、測定機材で利用可能な空間は制限されてしまう可能性があるが、シミュレーションツールを用いることで、実測よりもはるかに多くの地点で MRT 値を算出でき、また同時にその空間における利用状況を観察することが可能となる。また屋外空間利用の観察を長期間行うことで、季節変化する熱環境の影響を、ほとんど季節によって変化しないアクセシビリティや景観特性など他の要素からの影響と区別し、定量的に把握することを目指した。

2. 対象地

対象地は筑波大学キャンパス第 2 エリアおよび第 3 エリア（座標：北緯 36.10999，東経 140.10141）とした。その中で頻繁に利用されやすい屋外に設置されたベンチ、芝生を中心に観察・調査を行った。

3. 方法

3. 1 屋外空間利用の観察・調査

人がどの場所を主に利用しているのかについて、現地観察を行った結果、主にベンチや芝生といった滞留行動を生み出す空間が頻繁に利用されていた。そこでその場所を中心にインターバルレコーダー（レコロ、株式会社キングジム）を用いて長期的観察を行った。4 月～10 月、10 分おきに対象エリア

における利用者を撮影した。

3. 2 平均放射温度(MRT)分布図の作成

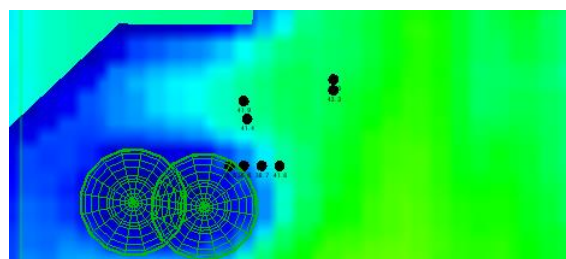
対象地の空間を 3D-CAD を使用して再現し、3D-CAD 対応型・熱環境シミュレーションツール（サーモレンダー, A&A 社）を用いて表面温度を計算した。そして平均放射温度(MRT)を算出して分布図を作成した。3D-CAD 対応型・熱環境シミュレーションツールでは、任意の地上高さの MRT 分布とすべての地点における MRT 値を算出できる。本研究ではまず最も多くの人を利用する 11 時 30 分～12 時 30 分における MRT 分布図を作成し、次に利用が見られた他の時間帯についても同様に MRT 分布図を作成した。算出する MRT 分布の地上高さは、人の立位、座位をふまえて 1.5m, とし、斜面となっている芝生は 2m, 3m, 4m, 5m と 4 分割して算出した分布図を重ねて表示した。

3. 3 利用される場所の熱環境特性を分析・考察

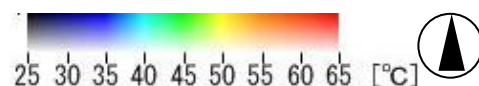
3. 1 で得られた屋外空間利用の状況と、3. 2 で算出した MRT 分布図を照合させ、実際に利用されていた場所（地点）のプロット図を作成した。そしてその地点における MRT 値を算出した。その結果を利用可能な屋外空間全体における MRT 分布と比較し、統計グラフである箱ひげ図を作成し、MRT 値の分布の散らばりを比較した。この結果から、熱環境が屋外空間の利用へ与える影響を考察するとともに、頻繁に利用される場所の熱環境特性を抽出した。

4. 結果および考察

4 月～6 月に多かった利用人数は、気温が上昇し始める 6 月下旬に著しく減少し、また 9 月初めに気温が低下し始めると増加していた。また、4～6 月では利用可能なほぼすべての場所が利用されていたが、7～8 月では芝生の利用者が著しく減少し、平均放射温度の低い樹木付近のベンチは利用され続けていた。季節変化を通じた熱環境の変化が屋外空間の利用場所に影響を与えていることは明らかであり、快適な時期と比べて、熱環境が悪化する夏季には平均放射温度 (MRT) の低い場所が利用される傾向が見られた。これより、とくに夏季において熱放射環境が屋外空間の利用場所に大きく影響することが示された。



利用地点における平均放射温度 (MRT)



- 1) 環境省(2012): ヒートアイランド対策マニュアル～最新状況と適応策等の対策普及にむけて～. 第 4 章ヒートアイランド現象に対する適応策, 4.1.1 適応策の位置付け, 103.
- 2) 赤川宏幸, 福味克幸, 久保田孝幸, 竹林英樹, 森山正和(2007): 大規模商業施設屋上庭園における夏季の温熱環境と訪問者の滞留特性に関する研究. 日本建築学会環境系論文集. (611), 67-74.
- 3) 伊澤純子, 村上暁信(2010): 熱環境が都市屋外空間の利用に与える影響に関する研究. 環境情報科学. 39(1), 90-91.