

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 (本籍) Farhadur Reza (バングラデシュ) 印

Study on Thermal Environment and Comfort of Indoor and Outdoor Spaces on University Campus in Tropical Climate in Dhaka, Bangladesh

(バングラデシュのダッカにおける熱帯気候の大学キャンパスの屋内外空間の熱環境と快適性に関する研究)

要旨 (2, 000字程度にまとめること。)

この研究では、熱帯気候にある大学の内外空間における温熱環境と快適性の向上のために、キャンパス内の樹木や湖による外気の冷却効果を効果的に利用する建築設計の提案を試みている。本論は7つの章で構成されており、その概要を以下に示す。

第1章では、研究背景、研究目的、研究貢献、および熱帯気候にある大学の内外空間の熱環境と快適さの研究理由について説明している。熱環境と快適さは、人間の健康と生産性に大きく影響する。バングラデシュでは、非常に都市化が進んでいる。さらに、人口動態と経済の変化により、過去20年間で大学数が増え、入学者数も急速に増加しており、今後も増加が見込まれる。一方、教育および学習関連の活動は、熱環境の影響を直接受けるので、学生と教職員の学習・作業効率を上げるには、省エネを考慮しつつ熱的快適性を維持する建物設計のガイドラインの作成が必要である。

第2章では、教育用建物の熱環境と快適性に関する既往の研究を紹介している。また、植栽と熱環境の研究や、バングラデシュにおける熱環境と

建物の特性に関する研究、建設関連の政策に関する研究、水辺と熱環境の研究について紹介している。これらの研究内容について検討した後、本研究を遂行する意義について論じている。

第3章では、調査対象のプロファイル、測定機器の設置および測定方法、測定スケジュール、および快適性の評価指標の計算方法について説明している。さらに、室内熱環境に対する樹木や湖の冷却効果を検討する数値シミュレーションの方法を説明している。本研究は、バングラデシュのダッカにある大学の屋内外空間の熱環境と快適性を、実測と数値シミュレーションによって検討している。実測は、2019年の5月から6月までの暑い夏の時期に、大学内の様々な室内および屋外の空間で実施された。測定項目は、気温、相対湿度、グローブ温度、気流速度、日射量である。熱的快適指標の1つである標準新有効温度 (SET*) は、実測データに基づいて計算される。数値シミュレーションには、EnergyPlus8.7を使用している。次に、EnergyPlus のオリジナル気象データと実測データを基に作成した、樹木による冷却効果、湖による冷却効果を考慮したダッカの気象データを用いて、屋外熱環境が室内熱環境に与える影響の検討方法を説明している。

第4章では、大学内で実施した熱環境実測の結果を示している。屋外の気温は室内よりも高く、風速は大きい状況だった。また、室内熱環境の変動は、屋外気象の変動に影響を受けていることを確認した。樹木が多い校舎付近の外気温は、樹木が少ない場所よりも低いことを確認した。

また、湖畔の校舎付近の外気温も、湖畔から離れた場所よりも低いことを確認した。しかし、実測の都合上、湖畔付近の教室は校舎の最上階にあり、日射熱の影響を強く受けていたので、湖畔により冷却された外気による教室温度低下の効果を確認出来なかった。

第5章では、標準新有効温度 (SET*) により

実測対象教室の熱的快適性を評価している。気温と風速は、SET*に強く影響を与えるので、SET*は室内より屋外の方が大きく変動する。日中は常時外気温の方が室温よりも高いため、SET*も室内より屋外の方が高いが、変動の傾向は屋外と室内で類似していた。樹木が多い校舎の屋外および室内のSET*は、樹木が少ない校舎よりも低かった。樹木は日射吸収と蒸発散により、気温を大幅に下げることがでる。また、前述の通り、湖畔は周囲空間の気温を下げるので、湖畔の校舎付近のSET*値は、湖畔から離れた場所よりも低かった。湖の大きな熱容量と湖面からの水分蒸発により湖近傍の気温を下げられる。

全ての実測において、室内と屋外のSET*は、標準的な快適ゾーンから離れていた。したがって、望ましい室内熱環境を達成するために、気温の低下と風速の増大に焦点を合わせた検討が必要であることを示した。

第6章では、樹木と湖の屋外冷却効果、外壁仕様変更の効果、換気スケジュールが室内熱環境と快適性に及ぼす影響を数値シミュレーションにより検討している。室内の熱的快適性に関しては、壁体構成の変更、外界気象の影響、および換気スケジュールの総合的影響を検討した結果、レンガをコンクリートに変更、樹木による冷却効果により、SET*を約1°C下げられること、同壁体で湖による冷却でも同様の効果が得られることを示した。夜間換気はSET*の削減にわずかな影響しか与えないことから、建物管理の観点も含めると、教育用建物で夜間換気を実施することは難しい。

第7章では、本研究の実測結果とシミュレーション結果を総括している。本論文で提示した建物仕様、屋外環境への樹木と湖の外気冷却効果組み込み、および換気は、バングラデシュにおける大学の屋内外空間における温熱環境と快適性を改善するための都市計画者、および建築家の最初のガイドラインとして使用できるものとする。