

CFD を用いた BKC の屋外熱環境改善手法の提案と検証

建築都市デザイン学科 2280070037-3 作本 牧子
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、都市ではヒートアイランド現象が都市環境問題の一つとして深刻化している。この現象は夏季の気温上昇に加え、建物の高層化や密集化、地表面被覆の人工化や人工排熱の増加等都市特有の要因により、熱帯夜の増加や熱中症患者の増加等様々な問題を引き起こしている。一方で近年は都市に限らず郊外においても気温上昇による影響が生じているが、都市における温熱環境緩和への取り組みに比べ、郊外における取り組みはあまりなされていないのが実状である。

本研究では、郊外型として立命館大学びわこ・くさつキャンパス(以下 BKC)を対象とし、CFD(コンピュータによる流体解析)を用いて夏季の屋外熱環境の解析と、その改善の提案を目的とする。

2. 実測

CFD を行うにあたり境界条件に用いるデータの取得のため、表 1 の日程で朝(午前 9 時～午前 11 時)・昼(午後 1 時～午後 3 時)・夕(午後 4 時～午後 6 時)と BKC 内を移動しながら計 11ヶ所(図 1)において計測を行った。用いた計測機器を表 2 に示す。

表 1 測定日程

日時	時間	天候
8月9日	9:00～11:00	曇り
	13:00～15:00	
	16:00～18:00	
8月20日	9:00～11:00	晴れ
	16:00～18:00	
8月21日	13:00～15:00	

表 2 計測項目の概要

測定項目	使用測定機器	測定間隔	
表面温度	サーモカメラ	1ヶ所につき 5分間の計測	
日射量	全天日射計		1秒
気温	アメニティメータ (PMV計)		1分
相対湿度			1分
風速			1分

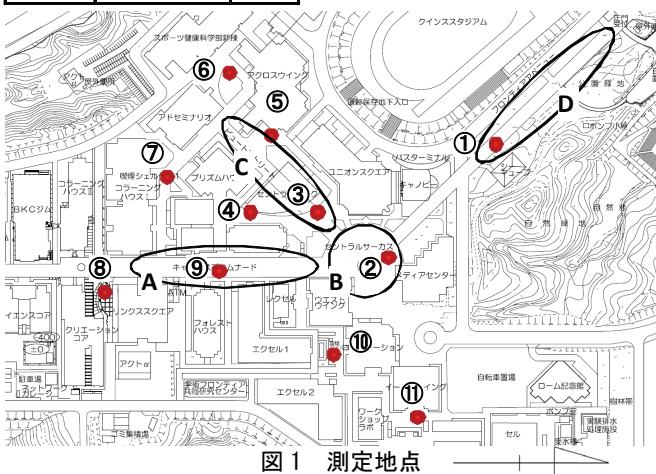


図 1 測定地点

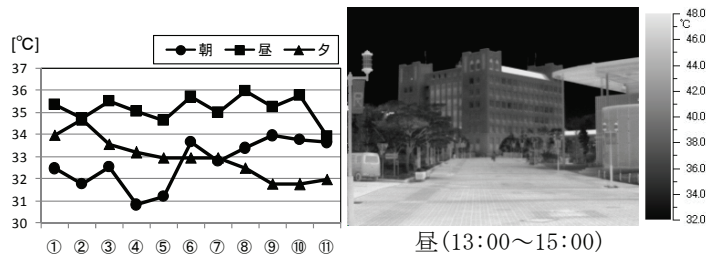


図 2 各測定点の温度測定結果

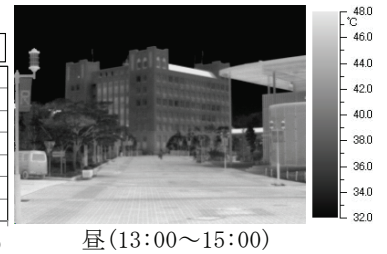


図 3 表面温度測定結果

表 3 解析概要

解析領域	南北922m×東西552m×高さ34m
助走空間	対象物から南北に各922m×東西に各552m×上空に102m
対象時刻	8月21日午後2時
気象条件	地上50mの高さで4m/s、べき指数:4分の1、 風向:北西、流入温度:35.2°C
乱流モデル	標準k-εモデル
メッシュ数	9,445,100

3. 実測結果

得られた結果のうち、晴天日の温度測定結果を図 2 に示す。この実測で得られた気温の平均値を、CFD の流入温度の境界条件として用いた。次に、図 3 に熱画像を示す。ここで得られた表面温度を各建物の各壁面・地面の日陰部分、日向部分の境界条件^{注1)}として用いた。

4. CFD による解析

1) 解析概要

解析概要を表 3 に示す。解析対象は、BKC の全ての建物を含む南北方向 922m×東西方向 552m×高さ地上 34m の空間とした。また、対象時刻は実測日のうち晴天日であった 8 月 21 日午後 2 時とした。気象条件は地上 50m の高さで 4m/s^{注2)}とし、べき指数は 4 分の 1、風向きは北西^{注3)}とした。樹木に関しては、圧力損失係数^{注4)}を設定することで抵抗として与えた。

2) 解析ケース

日中においては日射の有無が気温に大きく影響することが考えられるので、現状の解析に加え日射を遮る手段を主として以下の 3 つの改善策の解析を行った。

Case1(現状): 現状を再現した。

Case2(樹木の改善案): 改善箇所は図 1 の A、B、C である。A では、現在高さ 7~8m の樹木の地盤を改良することで樹高を 15m に生長させ、B・C では、5~6m の樹高を 7m に生長させ、葉影が増えた状況を想定した。

Case3(半屋外空間の創出案) : Case2 に加えて、主要な講義棟間を 2 階部分(地上 4m)で接続する渡り廊下を作ること、日陰面積を増加させることを目的とした。

Case4(水噴霧装置の設置案) : Case3 に加えて、図 1 の D の両端に尹らの研究^{文1)} で用いられた水噴霧装置を設置することを想定し、水の蒸発潜熱による冷却効果を追加した^{注5)}。

5. 解析結果と考察

Case1(現状) : 図 4 に解析結果を示す。人通りの多い A や D に加え、E にも熱だまりが確認された。また、噴水周辺(B)や F、G 等、学生のたまり場として提供されている場所にも他と比べて熱だまりが生じていることがわかった。

Case2(樹木の改善案) : 図 5 に解析結果を示す。樹木を大きくした場所である A に加えて、E に見られた熱だまりも解消されていた。しかし、同じく樹木を大きくした B と C には変化が見られなかった。これは A の樹木が B、C に比べて現状より 2 倍の樹高になった分、葉影が多くなったことが原因だと考えられる。

Case3(半屋外空間の創出案) : 図 6 に解析結果を示す。図の太線が改善箇所である。半屋外空間を創出した A、B、G、H にわずかだが温度低下の傾向が見られた。これは日陰面の増加により表面温度が下がったためだと考えられる。全体に効果が表れていないのは、増加した日陰面積

が小さいためだと考えられる。

Case4(水噴霧装置の設置案) : 図 7 に解析結果を示す。水噴霧装置を設置した D の温度が著しく低下し、約 3°C下がった。このため、この熱だまりが風に流れて温度が高くなっていた噴水周辺(B)にも温度低下の効果が見られた。

6. まとめ

夏季の BKC の熱環境改善を目的として 3 つの改善案を提案し、その効果の検証を行った。その結果、水噴霧装置が熱環境改善に有効であることがわかったが、樹木の改善をするだけでも大きな効果が期待できることがわかった。今後は全風向・他の時間帯・曇天日の条件下においても改善手法の効果の検証が必要であると考えられる。

参考文献

- 文 1) 尹奎英 : ドライミスト冷却効果の検証と CFD 解析 - ドライミストを用いる採涼システムに関する研究 -, 日本建築学会環境系論文集, 第 73 巻, 第 633 号, 1313-1320, 2008 年 11 月
- 注 1) 日射面:48°C、日陰面:37°C、各壁面(日射有):39°C~46°C、(日射無):35°C~38°Cを用いた。
- 注 2) 周辺建物がない図 1 の①の風速測定結果を用いて求めた。
- 注 3) 大津気象観測所のデータを引用した。
- 注 4) 葉面積密度 0.4[m²/m³]、緑被率 0.8、抵抗係数 0.5 を用いた。
- 注 5) 1 つの装置当たりの噴霧水量は 600ml/min、蒸発冷却量は、700W/m² とし、計 58 台を地上高さ 3m の位置に設置した。

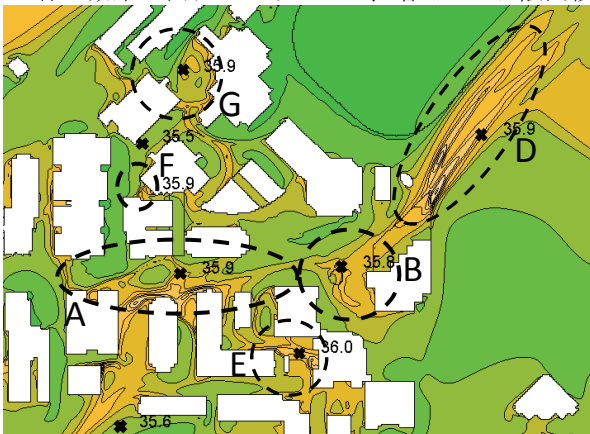
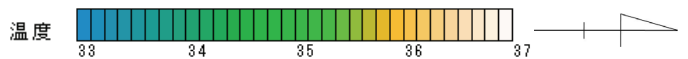


図 4 Case1 地上 1mでの温度分布



図 6 Case3 地上 1mでの温度分布

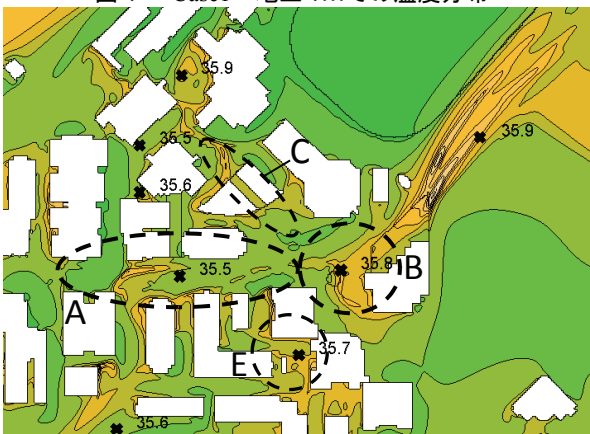


図 5 Case2 地上 1mでの温度分布

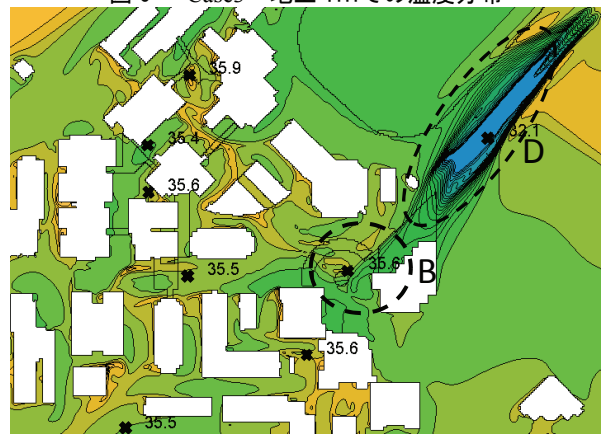


図 7 Case4 地上 1mでの温度分布