

# 日射遮蔽による屋外暑熱環境の緩和に関する研究

## その1 フラクタル形状日除けによる暑熱環境緩和効果の実測評価

屋外温熱環境 フラクタル日よけ 実測 温熱快適性

正会員 ○蝦名 聖二\*<sup>1</sup> 正会員 三坂 育正\*<sup>2</sup>  
 正会員 成田 健一\*<sup>2</sup> 正会員 酒井 敏\*<sup>3</sup>  
 正会員 中村 美紀\*<sup>4</sup>

### 1. はじめに

ヒートアイランド現象の進行に伴う都市暑熱環境の悪化により、熱中症や熱帯夜による不眠などの健康影響が顕在化しており、それらの対策として、従来の「緩和策」に加えて、人の熱ストレスの軽減に着目した「適応策」の考え方が提唱されている<sup>1)</sup>。都市の温熱環境の悪化は、建築物や地面の表面温度が高く、放射環境が悪化していることが原因の一つであり、屋外の温熱環境の改善には、日射の遮蔽を中心とした放射環境の改善が重要である。近年、放射環境を改善する日射遮蔽方法の一つとして、フラクタル日除けが提案されている<sup>2)</sup>。フラクタル日除けは、小片がシェルピンスキー四面体型のユニットに組み合わされたもので、ある特定の方向の光をほぼ100%遮光し、方向によってはかなり低い遮光率となる。また、放熱効果が高く、日除け自体の温度が上がらないのが特徴とされ、フラクタル日除け下の空間の温熱快適性が向上する実測結果もある<sup>3)</sup>。

そこで本研究では、フラクタル日除けによる暑熱環境の緩和効果を実験により明らかにすることを目的とする。

### 2. 実験概要

#### 2-1 実験対象空間と測定項目・測定点

埼玉県宮代町の日本工業大学内の都市スケールモデルサイト<sup>4)</sup>において、図-1に示す様にフラクタル日除けを設置し、日除けありの区画（フラクタル街区）となしの区画（コンクリート街区）を設定して測定を行った。両街区の測定点では、温熱4要素（気温、湿度、放射、風速）、日射量、表面温度の測定を行った。測定項目と測定機器については表-1、測定断面を図-2に示す。

#### 2-2 実験期間

実験は、8月21日～10月31日の約2ヵ月間行った。実験期間の初期においては放射環境を中心に、後半では気温分布等の温熱環境も加えた測定を行った。本報では、測定期間のうち、多くの測定項目のデータが得られ、比較的天候に恵まれた条件日の結果を中心に報告する。

### 3. 実測結果

#### 3-1 日射遮蔽特性

図-3は、フラクタル街区の日除け上下に設置した長短波放射計より得られた、日射遮蔽率の結果を示す。

夏季(8月28日)では日除けの日射遮蔽率が85%と高く、秋季(10月16日)では40%となった。これは、太陽高度の違いにより、フラクタル日除けの隙間から透過してくる日射量に違いが生じたためと考えられる。

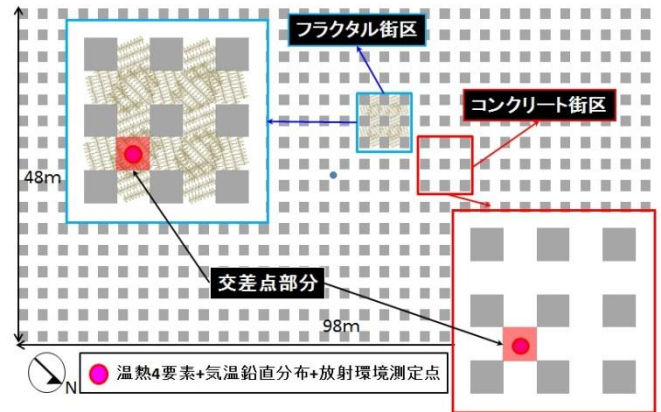


図-1 実験対象空間

表-1 測定項目と測定機器

測定項目		測定機器		備考
温熱環境	外気温度	温湿度計	RTR53	
	相対湿度	[日射遮蔽シェルタ付]		
	風速	3次元超音波風速計	3次元SAT	
	グローブ温度	グローブ球[75mm]	—	
	放射量	長短波放射計	MR-40,MR-50	
	表面温度	熱電対	小型熱電対	
		サーモカメラ	TVS-200EX	

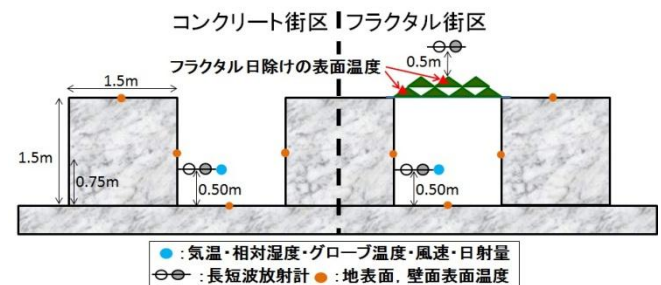


図-2 測定断面図

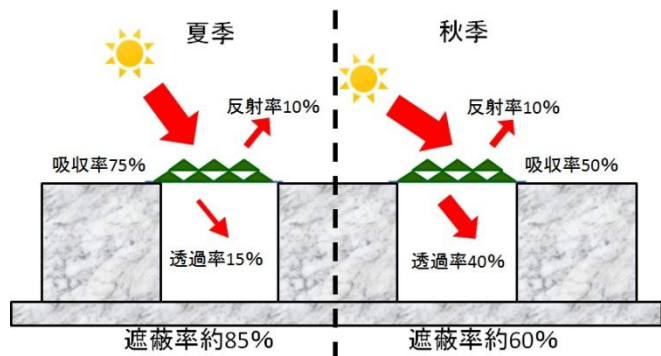


図-3 フラクタル日除けの日射遮蔽特性

*Study on mitigation of outdoor thermal environment by sun shading*

*Part 1 Measurement of the effects on mitigating thermal environment by fractal sunshade*

*EBINA Seiji, MISAKA Ikusei, NARITA Ken-ichi, SAKAI Satoshi and NAKAMURA Miki.*

### 3-2 気温と表面温度

図-4には、気温とコンクリートブロックの屋上面・フラクタル日除けの表面温度の測定結果を示す。コンクリート屋上面が気温に比べて最大40℃に達しているのに対し、フラクタル日除けは10℃程度低くなっており、表面温度の上昇が抑制されていることがわかる。

図-5は、両街区の交差点における街路表面温度と気温を示したものである。両街区の気温にはほとんど差が見られず、一方で、街路表面温度はフラクタル街区の方が最大で約7℃低くなっている。フラクタル街区の街路表面温度は、気温に近い温度であった。

### 3-3 MRT, SET\*

図-6は、両街区でのMRT・SET\*を比較したものである。MRTは、グローブ温度の測定結果から以下の式で算出した。

$$MRT = [(T_g + 273.15)^4 + \frac{1.10 \times 10^9 \times V^{0.6}}{\varepsilon \times D^{0.4}} \times (T_g - T_d)]^{0.25} - 273.15$$

両街区のMRTは、コンクリート街区の方が高く推移しており、最大で12℃程度の差が生じている。フラクタル街区MRTが時々大きな値となるのは、日除けの隙間から日射が入ってくる影響と考えられる。SET\*を比較すると、フラクタル街区の方がSET\*が約5℃低く推移しており、快適性が向上していることが確認できる。両街区で気温には差がないことから、放射環境の緩和がフラクタル街区の快適性を向上させている大きな要因と考えられる。

### 3-4 放射環境

図-7には、9月4日の交差点における成分別放射量の内訳を示す。参考として日除け上面の値も合わせて表示した。ここで、赤外放射量(L↑・L↓)については、人体温度(35℃)との差分で表示した。赤外放射量の街区による差は小さいが、フラクタル街区のL↑の数値が低いことから、地面や壁面の表面温度上昇を抑制することで赤外放射を軽減していることが確認できる。一方で両街区の日射量(S↑・S↓)の差は大きく、フラクタル日除けの日射遮蔽率の測定結果は85%であることから、フラクタル街区の日射量が抑えられていることが、街区の温熱快適性の向上に繋がっている。

## 4. まとめ

スケールモデルサイトにおける実測により、フラクタル日除けによる暑熱感の緩和効果を確認できた。気温に差は生じていないが、放射環境の改善、特に日射の遮蔽効果により、フラクタル日除けの下空間は温熱環境的に快適となることが確認できた。

[引用・参考文献]

- 1) 環境省；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向けて～、2012年3月
- 2) 酒井敏ら；フラクタル日除けの基本原理解 都市表面の形状と表面温度について、日本建築学会学術講演梗概集(東海)、pp. 581-582、2012年9月
- 3) 安藤邦明ら；人が利用する屋外空間における環境評価に関する研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、pp. 815-816、2011年8月

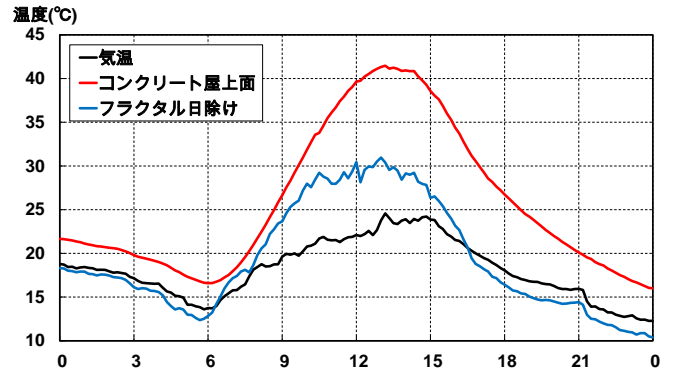


図-4 気温・表面温度の経時変化(2012年10月16日)

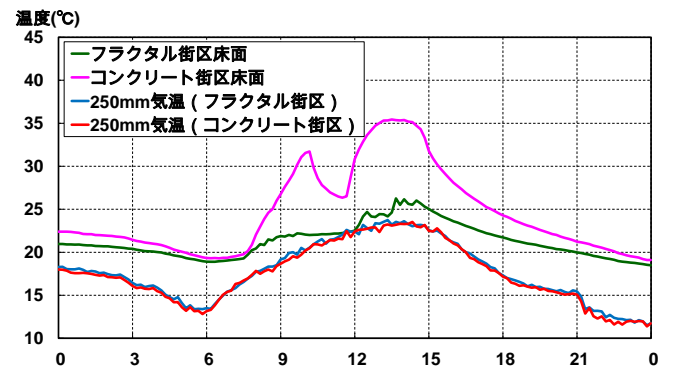


図-5 気温・床面温度の経時変化(2012年10月16日)

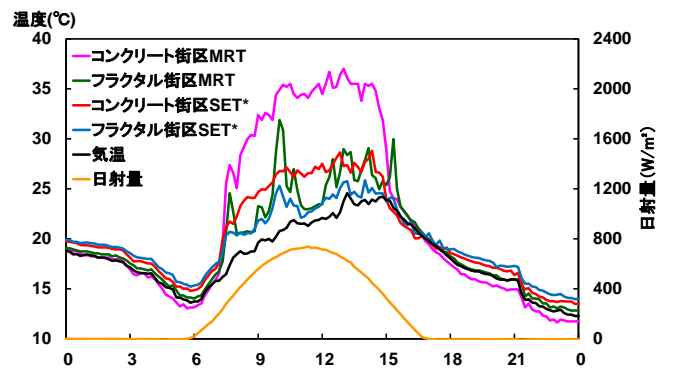


図-6 MRT・SET\*の経時変化(2012年10月16日)

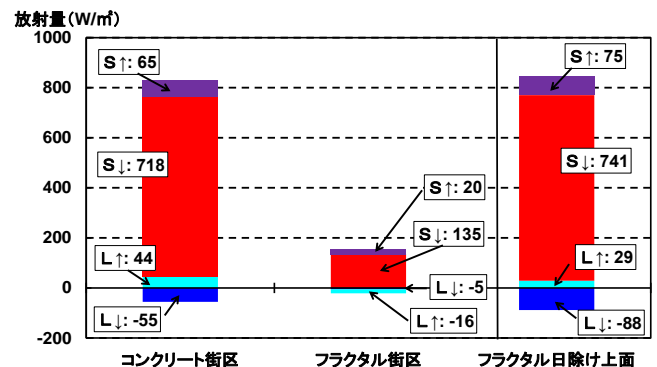


図-7 放射量の内訳(2012年9月4日12~13時)

\*1 日本工業大学 大学院  
 \*2 日本工業大学 教授 博士(工学)  
 \*3 京都大学 教授 理博  
 \*4 愛知教育大学 研究員 人博

\*1 Graduate Student, Nippon Institute of Technology.  
 \*2 Prof., Nippon Institute of Technology, Dr. Eng.  
 \*3 Prof., Kyoto University Ph. D.  
 \*4 Research Fellow, Aichi University of Education, Ph. D.