

# 横浜市内における気温観測と暑さ対策の効果検証

○小田切 幸次、榎原 正敬、浅木 麻衣子、松島 由佳（横浜市環境科学研究所）  
関 浩二（横浜市環境創造局）

横浜市環境科学研究所では市民の快適空間創造のため、市内全域で気温観測を実施し、暑さの実態把握を行っている。平成14年からの観測結果に基づき、気温の地域特性や緑地による気温上昇緩和効果を明らかにした。

さらに暑さ対策の推進のため、暑さ対策素材（フラクタル日除け、熱線再帰フィルム）の効果検証を行い、暑さ対策素材の暑熱緩和効果を定量的に確認することができた。

## 1 はじめに

気象庁のヒートアイランド監視報告2016によると、横浜市の平均気温は1931年～2015年の気温データを100年当りに換算すると、 $2.8^{\circ}\text{C}/100$ 年の上昇を示しており、都市化の影響が少ない日本の中小都市の平均気温上昇値（ $1.5^{\circ}\text{C}/100$ 年）と比較すると、倍近い値を示している。

原因としては地球温暖化だけでなくヒートアイランド現象の影響も受けているためと考えられ、熱中症患者数の増加など人の健康への悪影響が懸念されている。

## 2 研究の目的と位置付け

暑さ対策を効果的に推進するためには、市内の暑さの実態把握や各種暑さ対策技術の検証が必要とされる。そこで、横浜市環境科学研究所では市内全域での気温観測や新たな暑さ対策素材の導入による暑熱緩和効果を検証したことから、本発表で報告する。

なお、市内の気温観測は「横浜市気候変動適応方針」の一つに位置付けられており、暑さの実態把握だけでなく、市内の気候変動に関する基礎データとしても重要である。

## 3 調査方法

### 3.1 市内の気温観測

平成29年は横浜市内の小学校44校の百葉箱内にサーミスタ温度計（図1）を設置し、1時間毎に気温観測を行った。

平成29年夏季（7～8月）の気温観測結果を基に、各観測地点の夏季の平均気温（7月1日0時～8月31日23時の気温の平均値）、真夏日日数（1日の最高気温が



図1 小学校の百葉箱内に設置したサーミスタ温度計

30℃以上の日数)及び熱帯夜日数(夕方から翌日朝までの最低気温が25℃以上の夜の日数)を算出した。

## 3.2 暑さ対策の効果検証

### 3.2.1 フラクタル日除け

フラクタル日除けは、樹木の葉の形状を模して放熱特性を高めた人工日除けである。都筑区こども家庭支援課と環境科学研究所が連携し、都筑区内の市立保育園2か所に設置したフラクタル日除け(図2)による暑さ対策の効果を検証した。



図2 保育園に設置したフラクタル日除け

調査期間は、A保育園では平成29年8月23日、25日の午前8時からの24時間、B保育園では平成29年8月29日、9月5日の午前8時からの24時間とした。各保育園で日なた及びフラクタル日除けの下で調査を行い、気温、相対湿度、黒球温度、日射量、赤外放射量を24時間測定し、地面の表面温度を午前8時から午後8時まで測定した。

### 3.2.2 熱線再帰フィルム

熱線再帰フィルムとは、窓ガラスの内側に貼ることで、屋外からの近赤外線(熱線)を天空に反射し、室内の暑さを和らげるとともに、屋外の地表に向かう熱線も低減する遮熱フィルムである。デクセリアルズ株式会社と株式会社JVCケンウッドの協力を受け、平成29年7～8月に、鶴見区の市立小学校(図3)で熱線再帰フィルムを使用した暑さ対策の実証実験を行った。



図3 熱線再帰フィルムを貼った教室(図の点線の枠)

調査期間は平成29年7月21日から8月25日、調査地点は小学校の南東向き校舎3階の3教室内(窓ガラスの内側に熱線再帰フィルムを貼った教室、従来の遮熱フィルムを貼った教室、遮熱フィルムを貼らない教室)とグラウンドとした。7月28日と8月22～24日に3教室内とグラウンドで日射量と相当外気温度(外気温に日射や長波放射の影響を温度として加味した仮想の空気温度)を測定し、7月26日から8月24日までの間、3教室内で温度と黒球温度を測定した。

## 4 結果

### 4.1 市内の気温観測の結果

平成29年夏季の平均気温分布(図4)より、平均気温は市内東部で高く、市内西部の大規模な緑地がある地域では低かった。また平均気

温の最高値は27.8℃（鶴見区生麦）、最低値は26.1℃（磯子区上中里町）、44地点の平均値は27.0℃であった。

大規模な緑地で気温の低下が見られたことから、気温観測地点の半径300m以内にある300m<sup>2</sup>以上の緑地の割合（以下、緑地割合）と平均気温との関係性を調べた（図5）。観測地点周辺の緑地割合が大きいほど、平均気温が下がる傾向にあり、線形近似の傾きから、緑地割合が10%増加すると、夏季の平均気温は約0.2℃下がることが推察された。

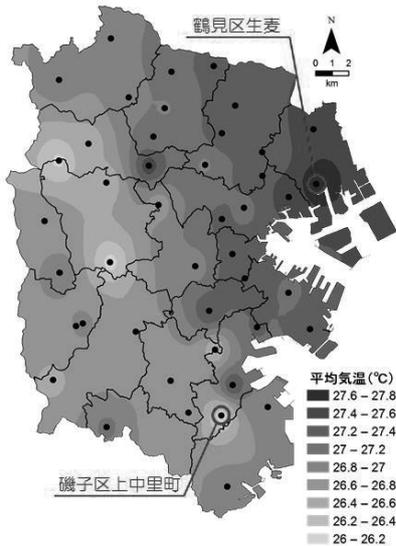


図4 平成29年夏季の平均気温分布

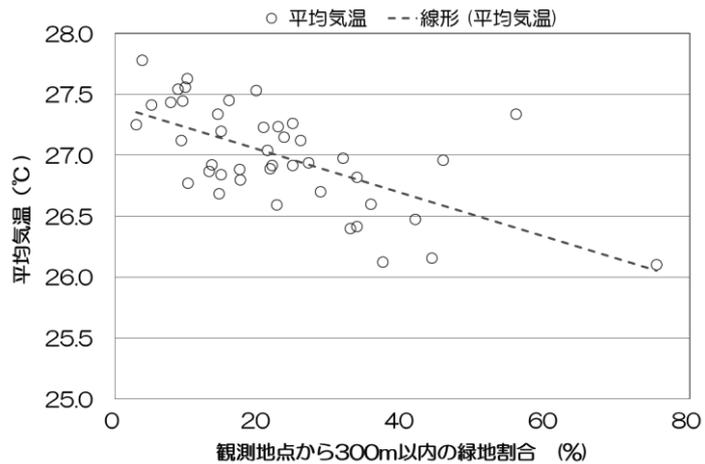


図5 緑地割合と平成29年夏季の平均気温との関係

## 4.2 暑さ対策の効果検証の結果

### 4.2.1 フラクタル日除けの効果検証の結果

フラクタル日除けの下での気温、黒球温度、上方向からの日射量は、日中のほぼ全ての時間帯で、日なたよりも低かった。A保育園では日なたと比較して、フラクタル日除けの下での黒球温度は、最大17.0℃（平成29年8月23日12時32分）

低かった。この時、気温は2.3℃低く、上方向からの日射量は72%低かった。B保育園では日なたと比較して、フラクタル日除けの下での黒球温度は、最大9.7℃（平成29年9月5日11時03分）低かった。この時、気温は0.8℃低く、上方向からの日射量は73%低かった。

表面温度の測定結果の一例を図6に示す。この時刻の地面の表面温度は、フラクタル日除けの下では平均で39.6℃であり、日なたの地面（平均で51.8℃）よりも12.2℃低かった。日なたと比較して、フラク

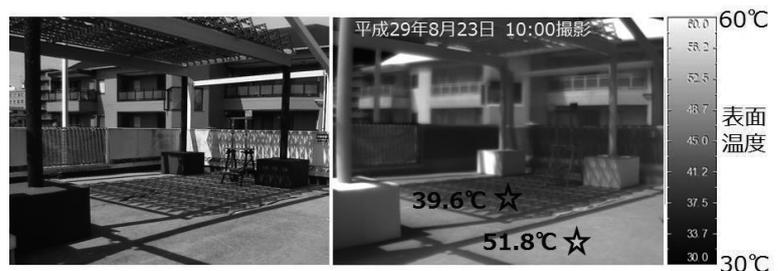


図6 A保育園で撮影した可視画像（左）と赤外画像（右）8月23日10時00分撮影

タル日除けの下の表面温度は、A 保育園で最大 $17.0^{\circ}\text{C}$ （平成29年8月23日12時30分）低く、B 保育園で最大 $16.5^{\circ}\text{C}$ （平成29年8月29日13時00分）低かった。

#### 4.2.2 熱線再帰フィルムの効果検証の結果

日照時間が最も長かった8月23日の午前9時～10時の測定データを図7に示す。測定時間内の平均は、熱線再帰フィルムを貼った教室ではフィルムを貼らない教室と比較して、日射量は49%低く、相当外気温度は $12.2^{\circ}\text{C}$ 低く、温度は $0.5^{\circ}\text{C}$ 低く、黒球温度は $1.0^{\circ}\text{C}$ 低かった。

グラウンドでの日射量は、フィルムを貼らない教室と比較して、熱線再帰フィルムを貼った教室では1%低かったが、従来の遮熱フィルムを貼った教室では11%高かった。グラウンドでの相当外気温度は、フィルムを貼らない教室と比較して、熱線再帰フィルムを貼った教室では $0.6^{\circ}\text{C}$ 低かったが、従来の遮熱フィルムを貼った教室では $3.0^{\circ}\text{C}$ 高く、熱線再帰フィルムと従来の遮熱フィルムとの相当外気温度の差は $3.6^{\circ}\text{C}$ であった。本調査により、従来の遮熱フィルムでは太陽光の熱線を下方方向に反射してグラウンドに到達する熱線が増えるのに対し、熱線再帰フィルムでは熱線を天空に反射することで、グラウンドに向かう熱線も低減させる効果があることを定量的に確認できた。

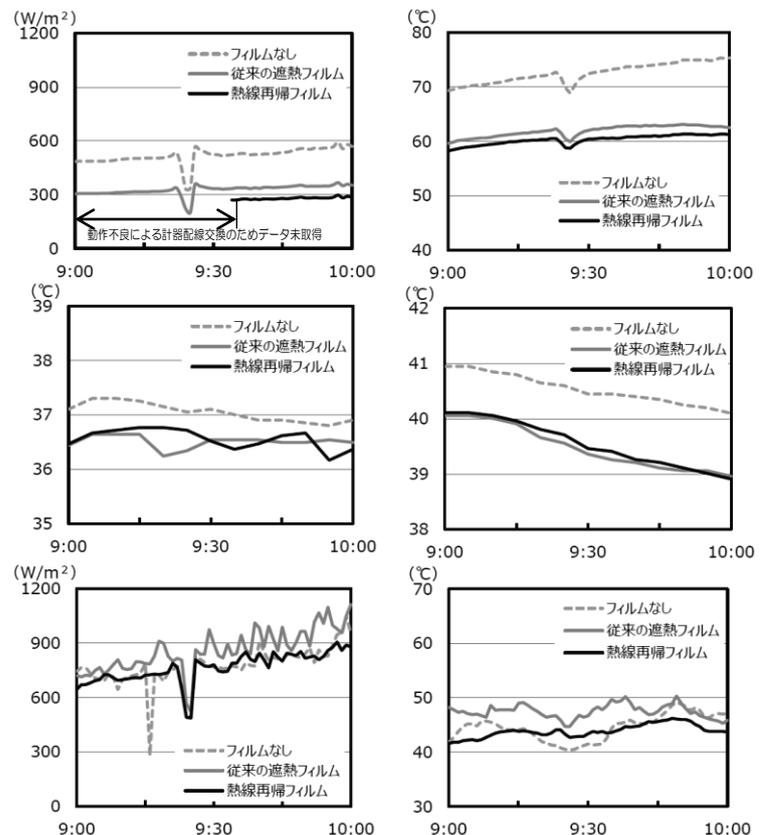


図7 8月23日午前9時～10時の観測結果  
 (a) 教室での日射量、(b) 教室での相当外気温度  
 (c) 教室での温度、(d) 教室での黒球温度  
 (e) グラウンドでの日射量、(f) グラウンドでの相当外気温度

## 5 おわりに

気温観測の結果や暑さ対策素材の暑熱緩和効果を正確に示すため、今回、定量的なデータを取得した。今後は東京2020オリンピック・パラリンピック開催も視野に入れた市民の快適空間創造のための施策に活用されるよう目指していく。