

夏の炎天下における子どもへの暑さの影響

—神戸市中央区における暑さ指数を用いた屋外環境の観測結果—

神戸女子大学・家政学部・家政学科

石井 葵

1. 研究の背景と目的

近年の夏の記録的な高温により、全国で熱中症対策への意識が高まっている。2024年2月から神戸市では、市街地の体感温度の低下や地表面の温度上昇の抑制などを目的とし、「こうべ木陰プロジェクト」を行っている。また、2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会をきっかけに、遮熱性舗装や保水性舗装などの地表面被覆素材の重要性にも注目が集まった。

体温調整機能が成熟する前の子どもに関しては、熱中症の危険、及び命の危険も考えられ、子どもの夏の外遊びの時間は減少している。しかし、子どもにとって夏の外遊びによる暑熱順化は、熱中症になりにくい体づくりに重要である。

本研究は、夏の炎天下の屋外において子どもが置かれる暑さを観測し、次の3つの視点、木陰の効果・地表面被覆素材別の効果・水遊び実施時の温熱環境から子どもたちが安心安全に成長することができる屋外環境について検討することを目的とする。

2. 研究の方法

神戸市中央区内の複数の調査地点において、ベビーカーの高さ（40 cm）・小学校1～3年生の子どもの平均身長の高さ（120 cm）・大人の平均身長の高さ（155 cm）付近のWBGT・黒球温度・湿度・乾球温度を熱中症暑さ指数計（佐藤計量器製作所 SK-150GT）（写真1）で観測するとともに（表1）、赤外線カメラ（フリアーシステムズ FLIR ONE Gen3-iOS）（写真2）で撮影し暑さを可視化する。



写真1 熱中症暑さ指数計



写真2 赤外線カメラ

表1 研究の概要

調査名	1. 地表面からの高さ別にみた温熱環境 (40 cm・120 cm・155 cm)			2. 水遊び実施時の温熱環境
	木陰の効果 a. 木陰あり b. 木陰なし	地表面被覆素材別の効果 a. コンクリート b. 芝生	こうべ木陰プロジェクトの効果 a. 木陰あり b. 木陰なし	水の有無 a. 散水あり b. 散水なし
観測場所	東遊園地	東遊園地	神戸国際会館前	神戸市立須磨離宮公園
観測条件	コンクリート	木陰あり	コンクリート	木陰なし
観測日時	8月11日(日) 10:00~17:20	7月28日(日) 10:00~17:20	7月24日(水) 12:00~15:10	8月2日(金) 10:00~11:00
天気	晴	晴	曇時々晴一時雨	晴
最高温度	35.8℃	35.5℃	33.4℃	35.9℃
最低温度	26.9℃	28.7℃	27.9℃	28.4℃
観測条件	芝生	木陰なし	/	/
観測日時	8月10日(土) 10:00~17:20	8月3日(土) 10:00~17:20		
天気	晴	晴		
最高温度	36.5℃	35.9℃		
最低温度	27.3℃	28.6℃		

3. 結果と考察

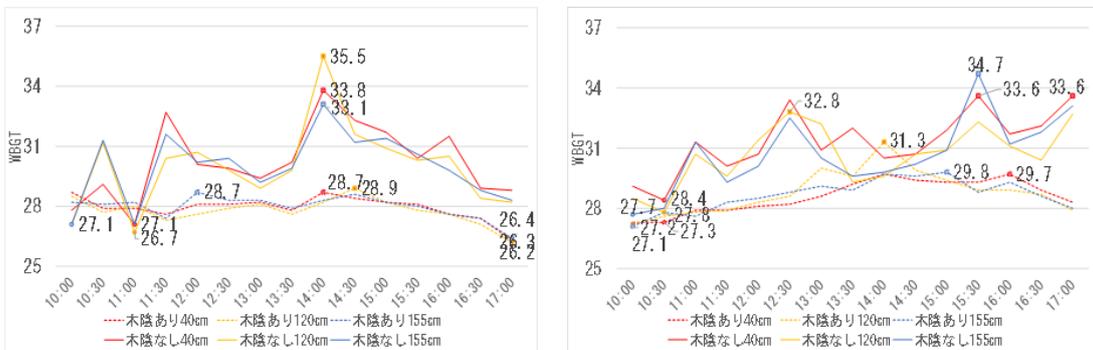
本稿ではWBGT（暑さ指数）の結果について考察する。WBGT（暑さ指数）とは、熱中症予防にかかる温熱指標のことで、次の式（屋外での算出式）により算出。環境省は、WBGTが28を超過すると熱中症の危険性が高まるとしている。

$$WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} [^\circ\text{C}] + 0.2 \times \text{黒球温度} [^\circ\text{C}] + 0.1 \times \text{乾球温度} [^\circ\text{C}]$$

3-1. 地表面からの高さ別にみた温熱環境

3-1-1. 木陰の効果

図1を見ると、木陰ありはWBGTが低くその効果が現れている。木陰なしは地表面被覆素材や高さに関わらず危険であり、40 cmと155 cmを比べると、地表面被覆素材に関わらず、昼間から夕方にかけて40 cmの方がWBGTが高かった。強烈な日射と地表面の高温化による輻射熱は、大人の高さよりも子どもの高さで大きく影響することが分かった。



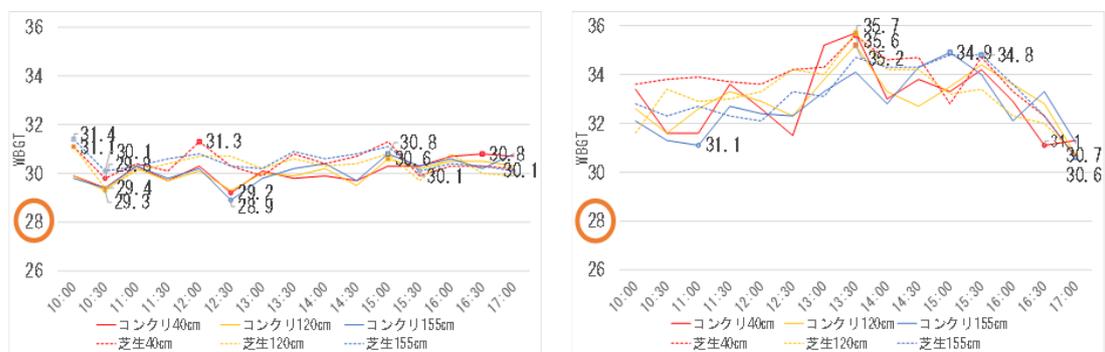
(芝生地面) (コンクリート地面)

図1 木陰の有無別にみた3段階高さ別 WBGT (東遊園地)

3-1-2. 地表面被覆素材別の効果

図2を見ると、木陰ありでは、いずれの高さでも芝生地面の WBGT の方が高い。しかしコンクリート地面でも、すべての時間で WBGT28 を超え、危険な暑さである。16:30～17:00 は、いずれの高さでもコンクリート地面の WBGT の方が高く、特に 40 cm が高い。これに対し、芝生地面は夕方になるにつれてどの高さでも WBGT が低くなる。木陰なしでは、地表面被覆素材に関わらず WBGT の変動が大きく、非常に高い。15:30 からの 120 cm は芝生地面の方が低くなる。

コンクリート地面は、長時間にわたり熱をため込みやすく、地表面からの距離が近いほど暑くなることが考えられる。



(木陰あり)

(木陰なし)

図2 地表面被覆素材別にした3段階高さ別 WBGT (東遊園地)



写真3 木陰あり・芝生地面



写真4 木陰なし・芝生地面



写真5 木陰あり・コンクリート地面



写真6 木陰なし・コンクリート地面

3-1-3. 「こうべ木陰プロジェクト」の効果

神戸市では市街地の高温常態化対策として、「こうべ木陰プロジェクト」を行っている（写真7）。神戸国際会館前がその中の1つで、木の高さは8mである。この木の木陰の効果を検証するため、熱中症暑さ指数計で観測を行った。図3を見ると、WBGTは全体的に木陰なしが高い。13:30では、木陰なしは木陰ありよりも、40cmで3.3、120cmで2.2、155cmで3.0高く、木陰の効果が分かる。しかし、木陰の有無に関係なく、いずれの高さでもWBGTが28を超えている。地表面被覆素材がコンクリート地面のため、地表面からの輻射熱が影響していることが考えられる。

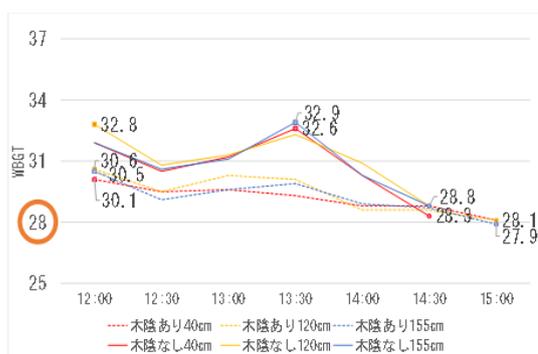


図3 木陰の有無別にみた3段階高さ別 WBGT
(神戸国際会館前)



写真7 こうべ木陰プロジェクトにおいて
神戸国際会館前に移植された木



写真8 神戸国際会館前に移植された木の影の様子

3-2. 水遊び実施時の温熱環境

神戸市立須磨離宮公園のイベント「ちゃぷちゃぷプールで遊ぼう！」の一幕で、熱中症暑さ指数計で観測を行い、サーマルカメラで撮影を行った。

図4を見ると、WBGTは散水なしでは40cm・120cmが高く、散水ありでは40cmが高い。

図5のサーモグラフィでは、冷たい水をためているビニールプールは周囲より涼しく、そのビニールプールに入っている子どもの体も冷えていることが分かる。一方、ビニールプールから離れた場所の芝生地面は非常に暑い。写真中央に立つ日傘をさす女性をサーモグラフィで見ると日傘で陰になっているところは少し暑さが軽減されているように見えるが、体全体はあまり冷えていない。

水に触れることは暑さの軽減に繋がるが、散水していても地表面から近い子どもは暑さを感じやすい。水遊びができる場所でも木陰や日除けをつくり、適宜その下で休憩する必要がある。

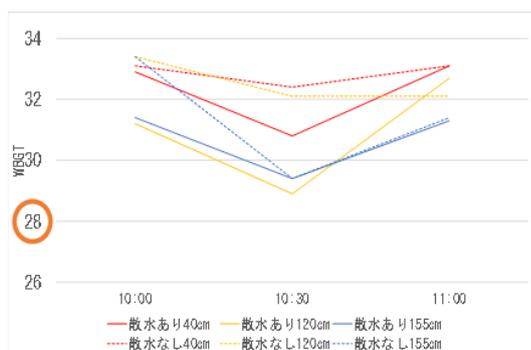


図4 散水有無別にみた3段階高さ別 WBGT
(神戸市立須磨離宮公園)

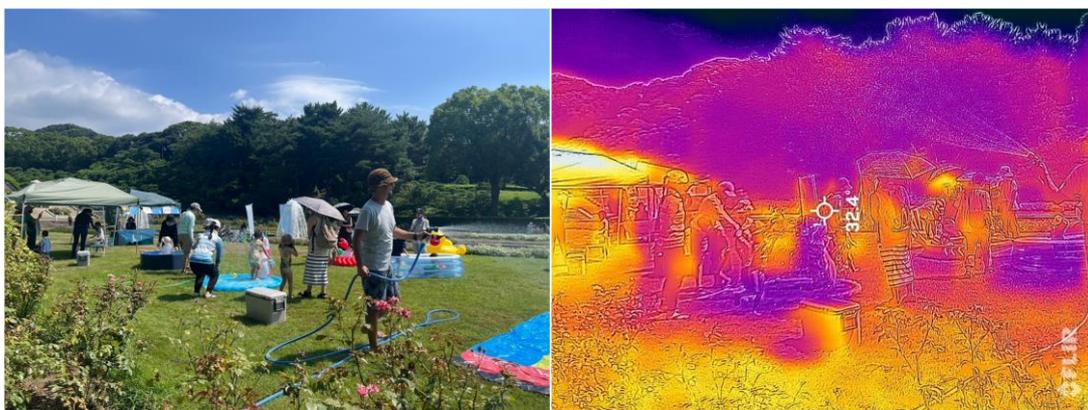


図5 「ちゃぷちゃぷプールで遊ぼう！」の様子の写真とサーモグラフィ

4. 本研究のまとめ

本研究の結果から、以下の4点のことが分かった。

- ①木陰は、強烈な日射を遮り、地表面の高温化を防ぐ。そのため地表面からの距離が近い子どもやベビーカーに乗る子どもの安全を確保するために必要である。
- ②地表面被覆素材によって、温熱環境が変わる可能性がある。強烈な日射の下ではほぼ差が見られなかったが、コンクリート地面より芝生地面は「熱しやすく冷めやすい性質」があることが分かった。
- ③神戸国際会館前に移植された木は、木陰をつくり出す点では暑さを軽減する効果があった。しかしコンクリート地面であるため、照り返しにより子どもたちへの影響が大きいことが分かった。
- ④水に触れて遊ぶことで暑さをしのぐことができる。しかし水遊びをする際も木陰や日除けが必要である。

参考文献

- 1) 神戸市：こうべ木陰プロジェクト（2024.10.30 閲覧）

<https://www.city.kobe.lg.jp/a51321/kurashi/machizukuri/park/oshirase/kokage.html>

- 2) 国土交通省：遮熱性舗装の概要（2024.12.9 閲覧）

<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/utilization/pdf/04-1.pdf>