

〈原著論文〉

大阪府における暑さ対策の現状分析

An Analysis of Current Measures Against Heat in Osaka Prefecture

岸 真優子 齋藤 朱未*
(Mayuko KISHI) (Akemi SAITO)

Abstract: Due to global warming and the heat island effect, temperatures are rising, and this is having a negative impact on people's lives. Therefore, it is necessary to take measures against heat and its effects. The purpose of the study is to analyze actual measures implemented at a local level, in order to understand their effectiveness in large urban areas and to consider further responses. As an example of an urban area, Osaka Prefecture was chosen. This research investigated the specific heat countermeasures taken there, their effects, and the efforts of Osaka Prefectural government. In addition, 31 sites were identified as examples of current heat countermeasures in Osaka Prefecture. A comparison was made between the current situation and the policies for heat countermeasures according to the local characteristics of each type of thermal environment map, and proposals for the future given.

Key words: 暑さ対策 (heat countermeasures), 熱環境マップ (thermal environment map), ヒートアイランド現象 (heat island), 大阪府 (Osaka Prefecture)

I. はじめに

1. 研究背景と研究目的

地球温暖化やヒートアイランド現象の影響により気温が上昇し、熱中症患者の増加や快適性の低下など人々の生活に悪影響を与えている。

気象庁は、全国約150地点で気象を観測しており、そのほとんどの観測所で長期的な気温の上昇が確認されている。これには地球温暖化が影響しているが、都市では都市化による局地的な気温の上昇が加わっている。

図1は、東京、大阪、名古屋といった大都市と、都市化の影響が比較的小さいとみられる15地点^{注1)}における年間平均気温の平均値、及び日本近海の複数の地点で平均した年平均海面水温の長期的な変化を比較したもので

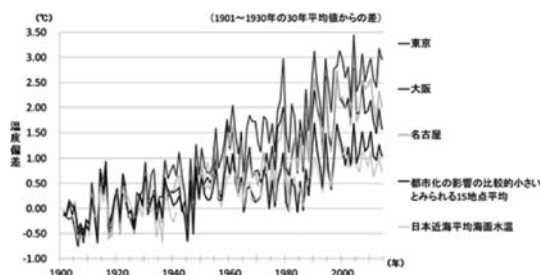


図1 大都市と、都市化の影響が比較的小さいとみられる15地点平均の年平均気温及び、日本近海で平均した年平均海面水温の長期的な変化¹⁾

Fig. 1 Long-term Changes in Average Annual Mean Temperature in Large Cities and 15 Sites that Appear to Be Relatively Unaffected by Urbanization, and Long-term Changes in Annual Mean Sea Surface Temperature Around Japan

2020年度同志社女子大学生生活科学部人間生活学科卒業
*同志社女子大学生生活科学部

ある。15地点平均の気温の上昇は日本近海で平均した海面水温の上昇と概ね等しく、地球温暖化による影響を

反映している。しかし、大都市ではそれよりも高い上昇が観測されており、都市化の影響が加わっていることがわかる。

大都市における気温上昇原因の一つとしてヒートアイランド現象がある。「おおさかヒートアイランド対策推進計画」²⁾によるとヒートアイランド現象とは、エネルギー消費に伴う建物空調や自動車の走行、工場の生産活動などに伴う排熱などの人工排熱の増加や、建築物やコンクリート、アスファルト舗装面など地表面被覆の人工化、密集した建物による風通しの阻害や天空率の低下といった都市形態の高密度化により、地表面の熱収支が変化し都心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象のことをいう。

ヒートアイランド現象と地球温暖化は人間活動が原因で気温の上昇をもたらすという点では同じだが、仕組みや現象の規模が異なる。ヒートアイランド現象は人工的な構造物や排熱を要因として気温が上昇する現象で、その広がりには都市を中心とした限定的なものである。一方地球温暖化は、大気中の二酸化炭素などの温室効果ガスが増えることを要因として気温が上昇する現象で、その広がりには地球規模である。

大都市では気温が長期的に上昇しており、都市化率³⁾が大きい地点ほど気温の上昇率と相対湿度の低下率が大きい傾向がある¹⁾。高温化や乾燥化により、熱中症による年間救急搬送者数の増加や熱帯夜日数の増加による睡眠環境の悪化などの問題が引き起こされている。さらに、都市中心部ほど冷房需要が増加し、電力消費量と人工排熱の増加により更なる高温化を招いている²⁾。したがって、これらの悪影響を軽減するため、特に大都市において暑さ対策を考える必要がある。

本論文では、特にヒートアイランド現象の影響を受けている大都市での暑さ対策に着目し、大都市における効果的な暑さ対策について理解し、地域特性に応じてどのような暑さ対策を行うべきかについて検討する。

2. 研究対象

大都市で実際に行われている暑さ対策を調査するにあたり大阪府を対象とする。その理由として2つを挙げる。

1つは、気象庁が示す大都市の定義に当てはまる^{注3)}大阪府が府内に存在することである。

もう1つは、大阪府において様々な取り組みが行われており、暑さ対策への意識が高いことがうかがえることである。特に取り組みの1つである大阪ヒートアイラン

ド対策技術コンソーシアム（大阪 HITEC）³⁾は、全国初のヒートアイランド対策についての産学官民の連携組織であり、大阪府のヒートアイランド現象への対策意識が高いことを示している。

3. 研究内容

大都市における効果的な暑さ対策について理解し、地域特性に応じてどのような暑さ対策を行うべきかを検討する。

検討にあたり、「まちなかの暑さ対策ガイドライン改訂版」⁴⁾に示されている暑さ対策に効果的な技術の具体例とその効果について整理した。さらに、本論の対象である大阪府について具体的に検討するため、「ヒートアイランド対策ガイドライン」⁵⁾に示されている暑さ対策の方針と「大阪府クールスポット・クールロード100選」^{注4)}、大阪府のクールスポット整備事業実施箇所などから選定した大阪府内31箇所について、事例分析を行った。

なお、人が感じる暑さは気温だけでなく、湿度、風の強さ、日射や赤外放射の違いに大きく影響される。生活への悪影響を軽減するためには、気温の低下だけではなく体感温度の低下を目標に暑さ対策を考える必要があるため、体感温度の把握が必要である。

人が感じる暑さや涼しさを単一の尺度で表す指標を体感温度指標という。日本の屋外での評価で使用される指標の例として、標準有効温度 SET* (Standard Effective Temperature) がある。SET*は、研究者や空調分野の技術者などの間で広く使われている。把握するには気温や湿度、風速、放射の4つの環境側の要素と、代謝量と着衣量の2つの人間側の要素が必要である。人の温冷感や快適感との関係性を示し、SET*で32℃を超えるあたりで「不快」と感じる傾向にある⁴⁾ (表1)。

表1 SET*と快適感の関係⁴⁾

Table 1 The Relationship between SET* and Comfort

SET* (°C)	快適感
33.3～	非常に不快
32.1～	不快
30.8～	やや不快
28.4～	どちらでもない
27.0～	やや快適
	快適

* 出典をもとに著者作成

II. 暑さ対策の手段

1. 暑さ対策に効果的な技術の具体例

「まちなかの暑さ対策ガイドライン改訂版」⁴⁾では、暑さ対策に効果的な技術とその効果について以下のように示している。

(1) 樹木・藤棚などによる緑陰

樹木により緑陰をつくる日射遮蔽である。この技術は、1) 樹冠が日射を遮ることで陰になる路面・壁面温度の上昇が抑制され赤外放射が低減する、2) 蒸散作用などにより樹冠が熱くならないため上部からの赤外放射が少ない、というメカニズムで体感温度を下げる。樹幹により75～95%程度の日射を遮り、日向と比較して緑量の多い街路樹下はSET*が7℃程度低くなるという。

(2) 人工日除け

日陰をつくる日射遮蔽である。事例として、バス停、公共施設などの歩行空間、鉄道プラットフォームなどが挙げられる。この技術は、陰になる路面・壁面温度の上昇が抑制され赤外放射が低減するというメカニズムで体感温度を下げる。コンクリートや金属など日射を透過しない材質では日射を全て遮り、オーニングやテントでは6～9割程度の日射を遮ることができる。日向のアスファルト舗装面の温度は60℃程度に達することがあるのに対し、日除け下の地表面温度は気温より2～3℃高い程度にとどまる。また、日除け下のSET*は日向より3～6℃程度低くなることが確認されている。西日が当たるところでは、風通しを遮らないよう縦型のルーバーや緑のカーテンなどを設置することで強い横からの日射を遮り、効果を高めることができる。

(3) 窓面などの再帰反射化

窓面に適用する透明なフィルムのほか、外壁に適用できるタイルなどによる再帰反射化は、建物の窓や壁面に当たる日射の一部を上空に反射させ、地上の歩行者への反射日射を抑制する技術である。この技術は、日射の一部を上空方向に反射させることで歩行空間へ反射する日射が低減し、路面温度の上昇が抑制され赤外放射が低減するというメカニズムで体感温度を下げる。歩行空間に向かって反射する日射を7割程度抑制する。南面・西面に設置すると地表面温度を抑制する効果が大きく、午後から夕方に効果を得られる。従来の壁材を設置した場合と比べて建物前面の路面温度が5℃程度低くなる。

(4) 地表面などの保水化

保水性舗装などによる地表面などの保水化は、路面や屋上を濡れた状態に保つことで、気化熱により温度上

昇を抑制・冷却し、赤外放射を低減させる技術である。日中日向の表面温度は通常のアスファルト舗装と比べて10～15℃程度低く、気温より5～12℃程度高くなる。日陰で散水を行うと気温以下になり、夜間の表面温度は通常のアスファルト舗装と比べて1～3℃程度低く、気温と同程度か1℃程度低くなる。路面に近いほど体感温度低減の効果が大きいとのことである。日中日向ではアスファルト舗装と比べて、SET*が高さ1.5m地点では0.5～1℃程度、高さ0.6m地点では2℃程度低い。降雨の有無にかかわらず効果を維持するためには、定期的に給水する必要がある。給水方法として、道路脇に散水設備を設ける方法などがある。また、日射を遮蔽することで水分の蒸発量が少なくなって効果が持続し、地表面などの表面温度が気温より低くなり、体感温度低減の効果を実感しやすくなる。ある程度の規模の日除けの下を保水化することで、日没から深夜にかけて日除け下の気温が低下することが確認されている。

(5) 地表面などの遮熱化

遮熱性舗装などによる地表面などの遮熱化は、路面に当たる日射の一部を上空に反射させて路面の温度上昇を抑制する技術である。この技術は、日射の一部を反射することで吸収される熱が減り、路面温度の上昇が抑制され赤外放射が低減するというメカニズムで体感温度を下げる。日中日向の表面温度は通常のアスファルト舗装と比べて5～10℃程度低く、気温より10～15℃程度高い。夜間の表面温度は通常のアスファルト舗装と比べて1～3℃程度低く、気温と同程度である。

(6) 地表面などの緑化

地面や屋上を芝生などで緑化することで温度上昇を抑制する技術である。事例として、公園広場の緑化、学校校庭の芝生化、駐車場の芝生化、路面電車軌道敷の緑化、屋上庭園などが挙げられる。この技術は、蒸散作用などにより植物の葉が熱くならないため、緑化面からの赤外放射が低減するというメカニズムで体感温度を下げる。日中日向のアスファルト面などと比べて緑化面の温度は10℃以上低い。夕刻以降、緑化面の温度は気温より低くなり、日中に日が当たっていたアスファルト面などより3～4℃程度低くなる。

(7) 壁面などの緑化

建物壁面をつくる性植物や緑化パネルなどで覆うことで温度上昇を抑制する技術である。事例として、オフィスビルや商業施設のエントランスなどの壁面緑化、学校や市庁舎などの緑のカーテンなどが挙げられる。この技術は(6)と同じく、蒸散作用などにより植物の葉が熱く

なりにくいいため、緑化面からの赤外放射が低減するというメカニズムで体感温度を下げる。通常の壁面は、南面では気温より4~10℃程度、西面では気温より10~20℃程度高くなることのあるのに対し、緑化面の葉の表面温度は気温より2~5℃高い程度にとどまる。日中、面積約2m四方の緑化面から水平方向に0.5m離れた地点のSET*が通常の壁面と比べて1℃程度低くなる。

(8) 壁面などの保水化・親水化

冷却ルーバーやブロックなどに散水することで表面を冷却し、放射環境を改善するとともに通過する風を冷やす技術である。事例として、商店街のベンチ、バスやタクシーなどの待合所、住宅のバルコニーなどが挙げられる。この技術は、1) 表面から水が蒸発する際の気化熱で表面温度が低下し、赤外放射が低減する、2) 通過する風が冷やされ風下側の気温が局所的に低下する、というメカニズムで体感温度を下げる。日中日陰に設置した場合、風上と比べて風下側の気温が1~1.5℃程度低下する。さらに、風下側に1m程度の範囲または冷却面に囲まれた場所のSET*が1~2℃低下する。日射を遮蔽するか、2方向以上の面を囲んで設置すると効果を体感しやすくなる。

(9) 微細ミスト

微細なミストが気化することで局所的に気温を低下させる技術である。事例として、人通りの多いアーケードや駅前、イベント会場、ショッピングセンター、アミューズメント施設、パーキングエリア、市役所、鉄道駅、建物エントランスの半屋外空間などが挙げられる。この技術は、1) ミストが蒸発する際に周囲の空気から気化熱を奪い局所的に気温が低下する、2) 送風ファンを併用する場合はファンによって冷やしたい場所へミストが運ばれ、ファンの風が肌に当たり汗や皮膚に付着したミストを蒸発し、皮膚温度が低下することで体感温度が下がる、というメカニズムで体感温度を下げる。日射を遮蔽すると効果を体感しやすい。例えば、日陰でミストを噴霧した場合、ノズルから風下側の水平方向に約5mの範囲内(弱風時)の気温が平均的には2℃、瞬時的には5℃低下する。ミストによってSET*が2℃程度低下し、送風ファンとの併用で3℃程度低下する。また、送風ファンを併用した物は特定の場所を効率的に冷却することができる。

(10) 送風ファン

体に風を当てて皮膚表面からの放熱を促進したり、熱だまりを解消したりする技術である。この技術は、体に直接風を当てることで皮膚から放熱し、皮膚温を低下さ

せて体感温度を下げる。熱だまりを解消することで気温の低下による体感温度の改善も期待できる。風速の増加によりSET*が2.6~2.8℃低下するとのことである。

(11) 冷却ベンチ

ベンチに冷水などを導水することで座面を人の皮膚温より冷やす技術である。事例として、バス停、鉄道駅の待合室、スタジアムのベンチなどが挙げられる。この技術は、1) ベンチの座面を皮膚温より冷やす、2) 臀部から放熱することで人の体温の上昇を抑制する、というメカニズムで体感温度を下げる。人の体を直接的に冷却することで、SET*にして2.4~3.6℃の低下に相当する効果が得られる。効果はベンチの温度に影響されるため、日射を遮蔽することが望ましい。

(12) その他の技術

先述した11種類以外にも、暑さ対策に効果的な技術が存在する。

噴水や水盤などの水景施設には、見た目や水音で周囲の環境に変化を与えるだけでなく、水分の蒸発により周囲の暑さを和らげる効果がある。風下側の気温が1~2℃低くなることや、SET*が2~3℃低くなることが確認されている。

その他にも、気化熱によって路面温度を低下させる散水設備や、人工日除けに塗装することにより日射をはね返し下部への侵入を抑制する高日射反射率塗装、赤外線反射顔料を使った遮熱機能付塗装などの技術がある⁶⁾。

2. 効果的な暑さ対策の組み合わせ

Ⅱ章1で述べた暑さ対策に効果的な各技術について、参照した「まちなかの暑さ対策ガイドライン改訂版」⁴⁾では、設置場所の日射環境との適合性についても述べている。

それによると、緑陰、人工日除けなどの日陰をつくる対策と、窓面などの再帰反射化は日向に適しているとのことである。地表面などの保水化、冷却ルーバー、ミスト、送風ファン、冷却ベンチなどは日陰に適しており、日向に設置する場合は日陰をつくる技術との併用が望ましい。

また、効果を高める使い方として、地表面などの保水化と散水設備の併用、ミストと送風ファンの併用などが紹介されている。

以上の内容をまとめた結果、図2のように、人工日除けと地表面などの保水化と散水設備、人工日除けと冷却ルーバー、人工日除けとミストと送風ファン、人工日除けと冷却ベンチ、などといった組み合わせが効果的であ



図2 効果的な暑さ対策の組み合わせ
Fig. 2 Effective Combination of Heat Protection

ることがうかがえる。

このことから、複数の技術を組み合わせて暑さ対策を行う場合、1つは人工日除けとの組み合わせが効果的である場合が多い。そのうえで、場所に合った組み合わせとして、他の様々な技術を組み合わせることで暑さ対策に効果的に作用することが明らかになった。なお、建物

などの陰になる場所、緑陰のある場所ではそれらを日除けとして利用できる。

III. 大阪府の暑さ対策

1. 熱環境マップ

都市化の進展による大気熱負荷量の増加がヒートアイランド現象の形成に大きく影響している。対策による熱負荷量の削減量を示すことで効果を定量的に把握することができる²⁾ため、熱負荷について把握することは重要である。

大阪府は、熱負荷を把握し総合的な熱環境を評価するにあたり「熱環境（熱負荷特性）マップ」⁷⁾を作成した。熱環境マップは、航空機から測定された地表面温度、冷暖房や自動車からの人工排熱、土地被覆、気象条件など各種データを用いて解析を行い、1 km²ごとに熱負荷の程度の状況を類型化して示したもので（図3）、地域における排熱の特性と大きさの程度を示している。熱負荷が大きい順に、類型1：商業・業務集積地域、類型2：住宅地域の2-①商業・業務地と住宅地が混在している地域、2-②住宅が密集している地域、2-③住宅地が広がる地域、2-④住宅地と水面や公園・緑地が混在する地域、類型3：水面や緑地が多い地域（水面が多い地域、空地が多い地域、公園・緑地が多い地域）、類型4：農地や山林が多い地域（農地が多い地域、山林が多い地域）に分類されている。大阪市域を中心に熱負荷の高い区域が分類しており、外縁部に進むにしたがって熱負荷は低くなる傾向がある。

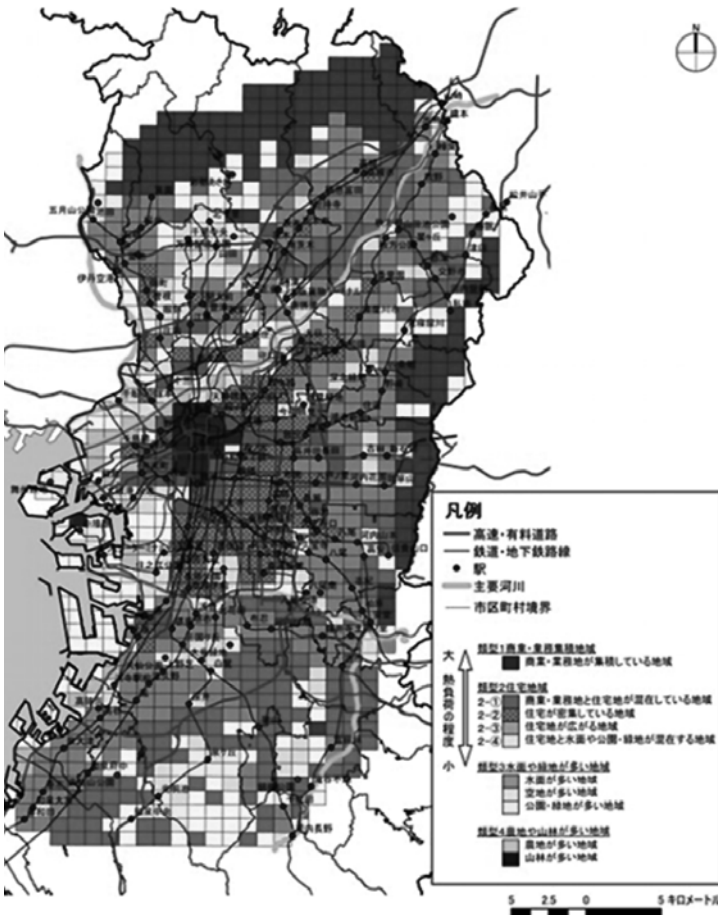


図3 熱環境マップ⁷⁾
Fig. 3 Thermal Environment Map

2. 大阪府の暑さ対策の方針

大阪府は「おおさかヒートアイランド対策推進計画」²⁾において、建物・地表面の高温化抑制や人工排熱の低減などの取組といった「緩和策」を長期的な視点で継続的に実施することに加え、すでに生じている熱中症などの健康への悪影響を軽減する取組である「適応策」を実施することが必要だと示している。

そのうえで大阪府の作成した「ヒートアイランド対策ガイドライン」⁹⁾では、業務街区、商業街区、集合住宅街区、戸建住宅街区の異なる4つの街区を抽出し、対策ごとにシミュレーションによる大気顕熱負荷量の削減効果の検証結果が示されている。この結果をもとに、熱環境マップの類型別の特に相対的に熱負荷の高い地域(類型1~2-②)について、具体的に導入すべき技術とその適合度合いについてとりまとめられている(表2)。

表2 熱環境マップの類型別のヒートアイランド対策と適合度合い⁵⁾

Table 2 Heat Island Measures by Type of Thermal Environment Map and their Degree of Conformity

類型	区分	ヒートアイランド対策					
		屋上緑化	屋上の高反射化	壁面緑化	地上緑化	透水性舗装/保水性舗装	人工排熱対策
類型1	昼間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型1	夜間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型1	1日	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-①	昼間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-①	夜間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-①	1日	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-②	昼間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-②	夜間	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
類型2-②	1日	☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆
		☆	☆	☆	☆	☆	☆

* 出典をもとに著者作成

注) 表に示される「☆」の数は各街区における対策の適合度合いを示しており、☆が多いほど当該の街区・時間帯において実施可能であり効果的な対策であることを意味する。

なお、類型1~2②については以下のように記されている。

類型1：商業・業務集積地域は、商業・業務延床面積率、道路面積率、建物階数が最も高く、人工排熱量(交通)が最も多い地域である。面積の確保が可能な屋上や道路での対策が効果的である。昼間の人工排熱の低減も有効である。多くの人が集まる場所であり対策のショーケースになり得る。

類型2：住宅地域の2-①商業・業務地と住宅地が混在している地域は、商業・業務や住宅地の延床面積率、建築面積率、道路面積率、建物階数が高く、人工排熱量(民生・交通)が多い地域である。類型1と同様の対策が基本であるが、面積の確保が可能な地上や壁面の緑化も効果的である。

類型2-②住宅が密集している地域は、住宅延床面積率や道路面積率が高く、人工排熱量(民生)が多い地域である。面積の確保が可能な地上緑化が特に効果的であり、夜間の人工排熱の低減も比較的大きな効果が見込まれる。

ここでの人工排熱対策としては、空調排熱の潜熱化、高効率・省エネルギー型機器の導入、建物の断熱性・遮熱性の向上、未利用エネルギーの活用、省エネルギー型のライフスタイルの実践などが挙げられている。ミストや送風ファンは高効率・省エネルギー型機器であるため、人工排熱対策にあたる。この根拠として、大阪府の暑さ対策の現状事例のうち、天王寺公園やEXPOCITYで使用されているミストを例に挙げる。この2箇所で使用されている株式会社いけうちの製品、大空間冷房涼霧システムは、水噴霧により広範囲の暑熱・乾燥対策を行うことが可能な屋外冷房・加湿システムである。霧の気化熱により周囲の温度を5℃低下させることが可能で、エアコンと比較し約1/40の電力消費量で稼働、水道費を加えても約1/10と省エネ性にも優れている⁸⁾。

3. 大阪府の暑さ対策の現状分析

大阪府の暑さ対策の現状を分析するため、本論文で扱う現状事例を定める。「大阪府クールスポット・クールロード100選」、日本ヒートアイランド学会^{注5)}が運営する「暑さマップ」⁹⁾で示されている「涼しいスポット」、大阪府クールスポットモデル拠点推進事業^{注6)}のクールスポット整備事業実施箇所より、人工的に暑さ対策が行われている31箇所を大阪府の暑さ対策の現状事例とす

大阪府における暑さ対策の現状分析

る。選定理由が、緑陰、地上緑化、建物の陰、川風、海風、ビル風、滝や噴水などの水辺など、体感温度を下げる目的で整備されたと断定できないものは、本論文では事例として扱わないものとする。

31箇所を導入されている技術別に分類すると、ミストが26箇所（うち送風ファンの併用が2箇所）、人工日除けが16箇所（うち遮熱性フィルム、遮光性フィルムの併用が2箇所）、壁面緑化が6箇所、屋上緑化が1箇所、道路の遮熱性舗装が1箇所であった。

熱環境マップの類型別に分類すると、類型1：商業・業務集積地域に9箇所、類型2：住宅地域の2-①商業・業務地と住宅地が混在している地域に6箇所、2-②住宅が密集している地域に4箇所、2-③住宅地が広がる地域に7箇所、2-④住宅地と水面や公園・緑地が混在する地域に1箇所、類型3：水面や緑地が多い地域に4箇所、類型4：農地や山林が多い地域には0箇所となった。

類型別に導入されている技術で分類すると、表3の通りである。どの地域においてもミストと人工日除けの設置が多い結果となった。31箇所のうち約84%がミストを、約52%が人工日除けを設置している。26箇所のミストのうち2箇所では送風ファンが併用されており、ミストの効果を高める工夫がなされている。また16箇所の人工日除けのうち2箇所では、遮熱性フィルムや遮光性フィルムが併用されている。ミストと人工日除け以外の対策は緑化が主で、それ以外の対策は道路の遮熱性舗装が1箇所にとどまった。

表3 熱環境マップの類型別の技術導入箇所数（箇所）
Table 3 Number of Technology Installations by Thermal Environment Map Type

類型	暑さ対策に効果的な技術					
	ミスト	人工日除け	壁面緑化	屋上緑化	遮熱性舗装	
類型1	6	4	0	1	1	
類型2	①	6 ^{注:1)}	3 ^{注:2)}	3	0	0
	②	3 ^{注:1)}	3	1	0	0
	③	7	4	0	0	0
	④	0	1 ^{注:3)}	1	0	0
類型3	4	1	1	0	0	
類型4	0	0	0	0	0	

注：1）うち送風ファンの併用が1箇所

注：2）うち遮熱性フィルムの併用が1箇所

注：3）うち遮光性フィルムの併用が1箇所

熱負荷が大きい順に対策が行われている箇所も多いことを予想していたため、ヒートアイランド対策ガイドラインに示されている相対的に熱負荷の高い地域（類型1～2-②）に含まれない、類型2-③住宅地の広がる地域や、類型3：水面や緑地が多い地域に対策が行われている箇所が多いことは意外であった。これらの地域に対策が行われている箇所が多い理由は、対策を行うために使用するだけの面積を用意できることであると推測する。

4. 熱環境マップの類型別にみる暑さ対策の方針と現状との差

ヒートアイランド対策ガイドラインに示されている相対的に熱負荷の高い地域（類型1～2-②）について類型別に、IV章2（2）で示した大阪の暑さ対策の方針と、IV章4（2）で示した現状分析とを照らし合わせる。

地域ごとに、1日の適合度合いが2もしくは3の対策について、取り組み数が地域全体の半数より多い対策と少ない対策を示す。なお、地上緑化は大阪府の暑さ対策の現状事例としなかったため除外する。

類型1：商業・業務集積地域では、人工排熱対策（6/9箇所）が多く、屋上緑化（1/9箇所）、屋上の高反射化（0/9箇所）、透水性舗装・保水性舗装（0/9箇所）が少ない。

類型2：住宅地域の2-①商業・業務集積地域と住宅地が混在している地域では、人工排熱対策（6/6箇所）が多く、屋上緑化（0/6箇所）、屋上の高反射化（0/6箇所）、透水性舗装・保水性舗装（0/6箇所）が少ない。

類型2-②住宅が密集している地域では、人工排熱対策（3/4箇所）が多く、屋上緑化（0/4箇所）、壁面緑化（1/4箇所）が少ない。

どの地域においてもミストの設置が多いことから、人工排熱対策がよく行われている。反対に人工排熱対策以外の対策は適合度合いに対して取組数が少なく、対策の方針と現状との差に関してはあまり地域差がないことが明らかになった。

IV. 地域特性に応じた暑さ対策

本論文では、特にヒートアイランド現象の影響を受けている大都市における効果的な暑さ対策について理解し、地域特性に応じてどのような暑さ対策を行うべきかを検討するにあたり、具体的な暑さ対策の手段やその効果、大阪府における暑さ対策の現状事例について整理した。これらの情報をもとに、まとめとして大阪府が今後

行っていくべき暑さ対策を検討する。

地域特性に応じた暑さ対策として、熱環境マップの類型別の暑さ対策の方針と現状との差より、類型別にみた適合度合いに対して取組数が少ない対策として挙げた以下の対策を導入することが望ましい。

類型1：商業・業務集積地域では、屋上緑化、屋上の高反射化、透水性舗装・保水性舗装を導入する。

類型2：住宅地域において、2-①商業・業務集積地域と住宅地が混在している地域では、屋上緑化、屋上の高反射化、透水性舗装・保水性舗装を導入する。

さらに、2-②住宅が密集している地域では、屋上緑化、壁面緑化を導入する。

また、すでに対策の行われている箇所においてミストや人工日除けといった現状よく行われている対策の効果を高めるため、Ⅲ章2で挙げたような、組み合わせることにより効果的になる技術の導入が望ましい。

これらの結果は大阪府の暑さ対策の現状事例とした31箇所の中での調査結果であるので、人工的に暑さ対策が行われている箇所の数を増やすことも必要である。

注

注1) 全国の地上気象観測地点の中から、観測データの均質性が長期間確保でき、かつ都市化などによる環境の変化が比較的小さい地点から、地域的に偏りなく分布するように選出した、網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島。

注2) 観測地点を中心とした半径7kmの円内における人工被覆率（建物用地、幹線交通用地、その他の用地の占める割合）を都市化率と定義。

注3) 気象庁の定義によると「大都市」とは、地上気象観測地点がある全国の主要都市の中から地域的に偏りなく分布するように選出した、札幌、仙台、東京、横浜、新潟、名古屋、京都、大阪、広島、福岡、鹿児島¹⁾の11都市を指す¹⁾。

注4) 「大阪府クールスポット100選」とは、大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアムが主催し、府内の身近に涼しさを感じられるクールスポットを公募して平成24(2012)年9月に選定したものである。ここでいう「クールスポット」とは、公園や木陰、水辺、緑地、屋上、テラスなど、真夏でも涼をとれ、快適に過ごせる屋外空間を想定している。「大阪府クールロード100選」とは、同じく大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシ

ムが主催し、「涼しい道（クールロード）」を公募して平成27(2015)年9月に選定したものである。ここでの「涼しい道（クールロード）」とは、府内の通勤・通学路、散歩・買い物ルートなどでおおよそ50m以上連続しており、地下街など冷房している空間を除く真夏でも涼しさを感じる道を想定している^{10, 11)}。

注5) 日本ヒートアイランド学会は、ヒートアイランド現象への対策技術を検討する場として設立された学会である。大学、研究者、国および自治体、企業、個人、NPO、NGO、市民団体などと互いに連携をとりながら研究、技術開発、導入普及などを進める組織を目指しており、大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアムに参画している¹²⁾。

注6) 大阪府は、平成28(2016)年度から令和元(2019)年度まで民間事業者から屋外におけるクールスポット創出の見本となる優れた取り組みの企画提案を公募し、大阪府環境審議会環境・みどり活動促進部会における審査により実施事業者拠点を選定し、「大阪府環境保全基金」を活用して創出を助成するという事業を行った。これを大阪府クールスポットモデル拠点推進事業という⁶⁾。

参考・引用文献

- 1) 気象庁：ヒートアイランド現象、〈https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_himr.html〉、2021年9月22日参照
- 2) 大阪府、大阪市(2015)：おおさかヒートアイランド対策推進計画
- 3) 大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム(大阪HITEC)(2006)：設立趣意書
- 4) 環境省(2018)：まちなかの暑さ対策改訂版
- 5) 大阪府：「ヒートアイランド対策ガイドライン」を作成、〈<http://www.pref.osaka.lg.jp/chikyukankyo/jigyotoppage/guideline.html>〉、2021年9月22日参照
- 6) 大阪府：大阪府クールスポットモデル拠点推進事業、〈www.pref.osaka.lg.jp/chikyukankyo/jigyotoppage/coolspot.html〉、2021年9月22日参照
- 7) 大阪府：「熱環境マップ」を作成、〈<http://www.pref.osaka.lg.jp/chikyukankyo/jigyotoppage/heatmap.html>〉、2021年9月22日参照
- 8) 霧のいけうち：大空間冷房 涼霧システム[®]、〈<https://www.kirinoikeuchi.co.jp/products/system/>〉

大阪府における暑さ対策の現状分析

- 1104), 2021年9月21日参照
- 9) 日本ヒートアイランド学会: 暑さマップ, <http://www.heat-island.jp/ThermalMap/thermalMap_for-Web.php>, 2021年9月22日参照
- 10) 大阪府クールスポット・クールロード100選: <<http://www.coolspot-osaka.jp/>>, 2021年9月22日参照
- 11) 大阪府: 大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム, <<http://www.pref.osaka.lg.jp/chikyukankyo/jigyotoppage/osakahitec.html>>, 2021年9月22日参照
- 12) 日本ヒートアイランド学会: <<http://www.heat-island.jp/>>, 2021年9月22日参照
- (2021年10月4日受理)
(2021年11月23日採択)