

## まとめと今後の課題

ヒートアイランド対策における適応策の重要性に鑑み、夏季の街路の歩行者の熱ストレス低減策について評価を行ったところ、次の点が明らかとなった。

### ①街路空間における熱ストレスの実態

- オフィス街として東京都港区新橋、及び、住宅街として東京都国立市を選び、そこでの歩行者へのアンケート調査からは、夏季の街路において、「暑くて不快と感じられる」原因は、主に日射や路面の照り返しであり、それに対し「暑さが和らぎほっとする場所」は、木陰や建物の陰であることが判明した。また、街路を歩行する際に暑いと感じる場所としては、「歩道や交差点等の歩行者空間」であり、このような場所には日陰の創出が求められていることも判明した。
- 新橋及び国立での街路の表面温度の測定では、特にオフィス街では建物等による日陰の有無により熱環境には大きな開きがあること、街路の改良を伴う適応策は、より人への熱ストレスの大きいと考えられる場所について優先的に実施する必要性が示唆された。

### ②シミュレーションの実施概要

- 様々な適応策の評価については、熱中症のリスクを軽減するという視点から、歩行者の深部体温の上昇度及び累積発汗量を熱ストレス指標として評価することとした。街区の放射、対流等を考慮に入れて歩行経路の熱環境を模したモデル街区の街路に、熱環境への反応を模した人体モデルを歩行させ、熱ストレスを予測する計算機シミュレーションによりさまざまな適応策の効果の評価を行った。シミュレーションは、熱ストレスが厳しくなる条件を選んで行い、歩行距離は約1 kmとした。街路樹のない街路を上着なし（クールビズを前提）で歩行するというケースを対策なしとし、対策の効果は、熱ストレスの評価指標である生理指標の絶対値ではなく、対策なしのケースとの比較で行った。

### ③街路の改良による適応策の効果について

- 日中のオフィス街モデルの歩行シミュレーション結果からは、街路の改良を伴う適応策の実施による熱ストレスの低減効果が確認できた。その効果の大きさは、間隔 7.5m で植えた街路樹（緑陰が連続している）> 間隔 10m で植えた街路樹（緑陰は連続しておらず、日射の当たる部分が残る）÷ 保水性舗装（常に水分が供給される設備を街区全体で導入した場合）の順となった。特に街路樹（間隔 7.5m）では、累積分泌発汗量が、対策なしの場合と比較して約 2 割低減された。街路樹の効果については、相対湿度の上昇や風速低下はあるものの、日射遮蔽による放射環境(MRT)の改善と気温低下の効果が大きいと考えられる。保水性舗装については、相対湿度の上昇はあるものの、水の気化によって路面温度が低下することによる、放射環境(MRT)の改善や気温低下の効果が大きいと考えられる。
- 交差点にのみ霧噴射装置を設置するケースではわずかにしか効果が認められなかったが、これは日射の当たっている交差点にしか気温低減効果はないために、熱ストレスの低減効果が

限定的になったためである。また、水滴が皮膚や着衣にかかることによる快適さを考慮すべきという指摘もあるため、霧噴射装置に熱ストレスの低減効果がほとんどないと結論付けるのは早計であり、今後さらなる検討が必要であろう。

#### ④歩行者が行う適応策の効果について

- 街路樹(間隔 10m)では、累積分泌発汗量は対策なしの場合と比較して約1割低減されたが、さらに歩行者が信号待ちを緑陰で行うことで、約2割強低減された。また、上着着用のケースとの比較で求めたクールビズの効果及び日傘を用いる効果は、いずれも街路樹(間隔 10m)の効果と同程度で、累積分泌発汗量が約1割低減すると見積もられた。緑陰における信号待ち及び日傘の熱ストレスの低減効果は、主として日射遮蔽の効果(MRT)によると考えられる。
- 歩行の途中で、クールシェルターで短時間(2分)の休息あるいは長めの休息(10分及び20分)をとる場合と、目的地まで歩行を継続して到着後に同じ長さの休息をとる場合を比較すると(すなわち両ケースの評価期間を同じにした)、歩行途中にクールシェルターで長めの休息をとるほうが、歩行中の深部体温の上昇を抑制できるなどの効果が確認された。ただし、約20分の歩行に対して20分の休息は長いとの指摘もあり、これを踏まえた休息時間の適切な設定や、暑熱環境歩行途中の休息効果の適切な評価方法などについては、今後、更なる検討が必要と考えられた。

#### ⑤結論

- これらの評価から、夏季の街路における歩行者の熱ストレスを低減するために、街路樹、保水性舗装などの街路の改良を伴う適応策を進めることが重要であることを示す一方で、クールビズの実施や日傘の使用、緑陰での信号待ち、積極的に休憩を取るなど、人のライフスタイルや暑熱回避行動も重要であることを示唆している。このため、このようなライフスタイルや暑熱回避行動に係る普及啓発や、クールシェルターの提供、信号待ちのための緑陰・日よけ等の整備、男性用日傘の商品開発・普及などの促進策も必要であろう。
- 今回のシミュレーション結果からは、特に日射を遮る対策(街路樹や緑陰信号待ち、日傘)で熱ストレスの低減効果が高かったことから、夏季の熱ストレス対策として歩行者空間に日陰を作ることの重要性が示唆された。また、街路樹など連続した日陰形成策はもとより、信号待ち等の人が滞留する場所における日陰形成も効果的であることが示された。したがって、オフィス街においては、街路樹整備を進めると共に、街路や交差点において、ルーバーやオーニング等の日除けを整備していくことが効果的であり、積極的に政策を進めることが期待される。この際、日射反射率や放熱性能等の高いものを使用していくことで、さらに効果は高くなるものと考えられる。また、畳むことができる日除けを用いる工夫を行うことで、暖かい日差しが求められる冬季への対応も可能になると考えられる。
- このような日陰の積極的創出については、街路における構造物等の設置に係わる法制度面や支援措置の検討も重要である。すなわち、歩行者空間に日除け等の設備を設置する際の条件やコスト等の情報等を分かりやすく整理し、整備の手引きとして示すとともに、民間事業者等の建築物オーナーが積極的に取り組めるようなインセンティブの付与が求められる。また、

交差点においては、日陰の創出による熱ストレスの低減効果が高いことが分かったが、自動車からの視界の確保から歩道上への構造物の設置が難しい場合もあるため、新たに熱ストレスの少ない信号待ちスペースを創出することを目的として、交差点近傍の公開空地の創出と緑陰の整備、あるいは交差点付近の建物の1階部分の日陰としての開放を推進するための特段の措置が有効であろう。建物周辺の公開空地については、緑陰の創出等によるクールスポット化や、更にそれらを連続させて快適な街路空間づくりを進めることが期待される。このように都市計画に快適な暑熱環境の創出といった視点を導入するためにも、本検討で得られた成果を活用していくことが重要である。

- 本検討では、歩行者空間における緑陰の創出や歩行者による適応行動等がもたらす、歩行者の熱ストレス低減効果を把握することに関して、一定の成果を得た。今後は、前述のような考え方と対策を、街路に広く適用していくことに加え、バス停や駅前広場、ポケット公園等の人々が滞留する場所にも拡大して適用し、街区全体の快適性を向上させていくことが望ましい。このためには、例えば地方公共団体の都市計画関連部局、民間事業者等の参考となるような、街区の改良事例や、日陰の形成を始めとするクールスポットの創出事例を、民間事業者と行政の協働によって積み重ねて整備・提供していくことが今後の展開として挙げられる。

## 謝辞

本調査を進めるに当たり、検討会委員の皆様からは有益な助言を多く頂いた。また、シミュレーションの実施に当たっては、福井大学大学院 吉田准教授にご尽力いただいた。ここに深く感謝いたします。

