

# ヒートアイランド対策としての空間デザイン

## Space Design as Heat Island Mitigation

岡山理科大学 Okayama University of Science 吉田治典 Harunori YOSHIDA  
大阪市立大学 Osaka City University 西岡真稔 Masatoshi NISHIOKA  
立命館大学 Ritsumeikan University 近本智行 Tomoyuki CHIKAMOTO  
大林組 Obayashi Corporation 門重学 Manabu KADOSHIGE  
日建設計 Nikken Sekkei Ltd. 西田康隆 Yasutaka NISHIDA

キーワード：ヒートアイランド (Heat Island)、街区設計 (Urban Design)、建築設計 (architectural Design)  
ランドスケープデザイン (Landscape Design)、温熱環境 (Thermal Environment)

### 1. はじめに

ドイツのシュツットガルト市は、「風の道」により都市の中心部へ新鮮で冷涼な空気を導く取り組みを実施していることでよく知られている。しかし、この計画はもともとヒートアイランド対策ではなく、車の排ガスで大気が汚れた街にきれいな空気を呼び込むことが目的であったという。実際この町は大都市ではなく、緑も多く、大阪や東京のようにヒートアイランドが大問題になるような町ではない。しかし近年、この町の中心部の再開発計画において、ヒートアイランドが課題の一つとして扱われるようになった。こうした例に限らず、ヒートアイランドが都市計画の課題となるのは最近のことである。特に近年は、都市の温暖化が地球の温暖化と同時並行で扱われて、ヒートアイランドなのか地球温暖化なのか議論が判然せず事態は複雑化している。

このような状況を踏まえ、本報では、ヒートアイランドの低減を目指す具体的な街区のデザインを、御堂筋をフィールドとし、都市計画者と環境工学者によるケーススタディーにより示す。

### 2. 建築設計における取り組み事例

近年、ヒートアイランド対策の柱の1つである地表面被覆の改善として屋上緑化が注目されている。その代表的事例に、民間で開発された建築単体の屋上緑化としては国内最大級の規模を持つ大阪・難波の「なんばパークス」がある。本プロジェクトは、2007年4月に完成した延床面積約24万㎡の商業、オフィス等からなる複合開発で、北側に向かって緩やかに傾斜する商業棟屋上全体がシンボリックに緑化されている。屋上庭園の面積は約1万㎡でそのうち約5,000㎡が緑地となっており、約300種（うち高木約50種）、7万株の樹木が植えられている。緑の生い茂る

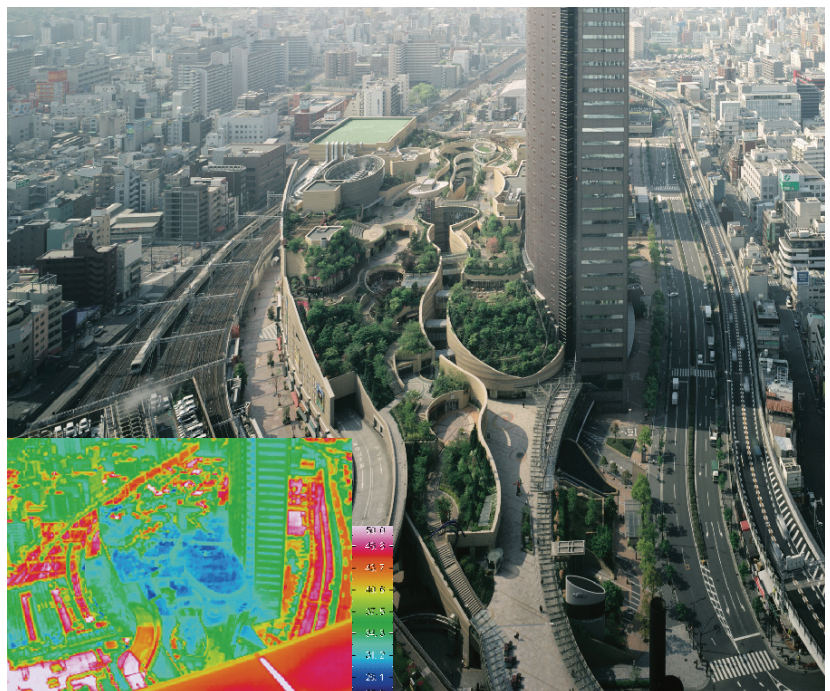


写真1 なんばパークス全景の熱画像（写真提供：大林組）

（全景写真は2007年4月、熱画像は2004年8月に撮影）

夏季には、さながら自然の丘のようである。第1期完成後の2004年8月に赤外線カメラで撮影した屋上公園の熱画像(写真1)を見ると、大規模な建築物でありながら屋上庭園が都心部におけるクールスポットを形成していることが良く分かる。この屋上庭園は、緑が少ない難波エリアに緑豊かなオープンスペースを創出したいという事業主の強い思いにより実現したものであり、現在では誰もが自由に利用できる都心のオアシス空間として、オフィスワーカー、買物客、地域住民等に親しまれ、まちの新たなシンボルとして市民に広く認知されている。事業主の狙いは集客効果や地域イメージ向上による不動産価値の向上にあり、必ずしもヒートアイランド緩和を目指したものではないが、民間開発におけるヒートアイランド対策の推進を考えるうえでの示唆を含んだ開発であると言える。

### 3. 街区スケールの設計配慮

都市計画という行為は、人々の利便性を求めた開発行為であり、一方環境工学は、普遍的な技術開発を目指している。より豊かな都市と環境を形成するためには、その都市の特徴を活かしたまちづくりの中で、技術要素を活用し、環境工学を越えた都市計画的な視点で融合を図ることが重要となる。

マクロな視点で、発生・流入する熱量を低減し、潜熱に置き換えるなどして顕熱を抑え、都市全体の気温を下げることであれば問題ないが、ヒートアイランドは都市全体で発生する広範囲の現象のため、対策の効果が現れにくい、実感しにくいという問題がある。そこで、ミクロな視点で、都市の居住者や歩行者に実際に体感できる温熱感の改善を考えることが重要である。特に、居住空間及び歩行空間での熱発生量を抑え、この人が感じる場所に熱を溜めこまない工夫を施すことが求められる。

#### (1) 緑化・水面の確保

緑化対策として、街区レベルでの緑化、道路沿道緑化(街路樹などの整備)、公園緑化がすすめられている。植物の蒸発散作用によって表面温度が下がり、その効果による気温の低下が期待される。街路樹については、葉が多く、樹冠の広い樹木を植えることによって、路面の歩道に影を落とし、表面温度の高温化を防いで、気温上昇を抑制する効果もある。

緑化にあたっては、建物の庇、パーゴラと合わせ、街路樹等により歩行域への直達日射を遮ることで、温熱環境の緩和を図ることができる(図1)。

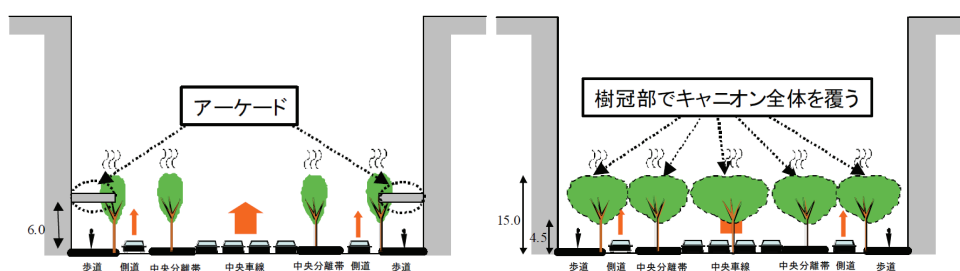


図1 日射遮蔽による歩行域保護

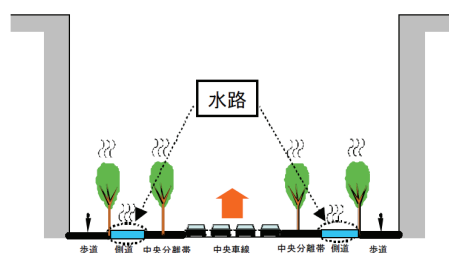


図2 涼風を街路へ誘導

都市化に伴い減少した水辺空間の再生や、緑化と合わせた水面の導入も高温化抑制対策としてすすめられている。この際、水路の導入や、水辺の涼風を都市へ引き込む工夫など効果的となる（図2）。

## (2) 風の道の確保

風の道とは、街路や建物配置等の改善や、都市毎に異なる地形等地域特性を考慮して、海からの比較的冷たい風や夜間の山からの冷気の吹き下ろし等の風が通る道を確保し、気温の低減を図ると共に、都市内の通気性を良くする対策である。この対策により、都市の発生熱を溜めこまず、気温を低下させる効果が期待される。具体的には、風を街区内に誘引するために建物間に空隙を設けることや建物形状及び建物配置を工夫すること、公園や街路樹、建物の緑化等、冷気が通る水と緑のネットワークを創造するなどで実現することができる。建物間の隙間を通過する高風速の風の通り道や樹冠部に天空を覆われ、適度な換気のある緑の下の歩行空間などは都市のクールスポットとして有効である。

また、建物高さを上げることで、従来『害』とされてきたビル風を、都市の通気性を良くするために使用することも考えられる。

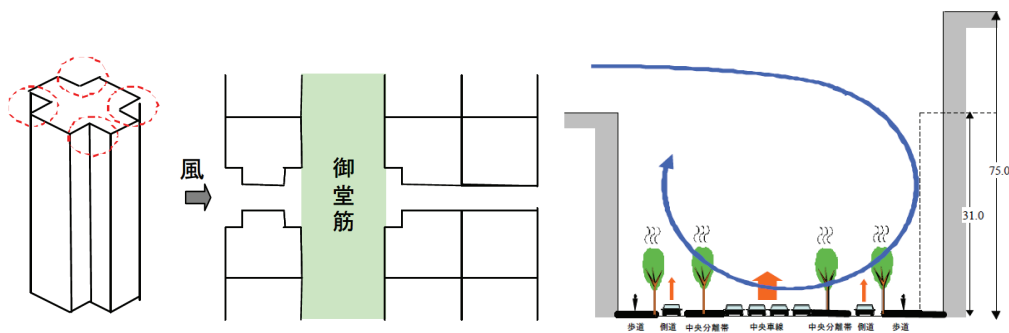


図3 風の利用

## (3) 路面舗装対策

道路舗装からみた対策として、透水性舗装や保水性舗装の効果が挙げられる。特に歩行域では、地表面による日射反射の抑制につながり、暑熱感の緩和効果が高い。また街区レベルで太陽光高反射性塗料を塗布し、太陽光を散乱させ熱を貯めない対策は、安価で導入しやすい。

## (4) 街区レベルでの省エネルギーによる人工排熱の低減

地域冷暖房などの導入による高効率・省エネルギー型機器の使用、生産設備の省エネルギー化などの省エネルギー設備の導入などを導入して省エネルギー化を図ることによる排熱の削減などが対策として挙げられる。気温上昇の抑制という視点からは、排熱の潜熱化を図る水冷式冷却塔が見直されている。顕熱を潜熱に置き換えることは湿度の上昇を招くが、上昇した湿度の拡散を促すことにより、効果が認められる。

また排熱が放出される室外機の置かれる位置も、歩行域の熱環境改善という視点から考慮されるべきである。

## (5) 自動車対策による人工排熱の低減

自動車対策としては、低燃費車の普及、交通流・物流の高効率化、都心部への乗り入れ規制、公共交通機関の利用促進といった対策が挙げられる。自動車道に隣接する歩道の環境維持のために、自動車道と歩道との間に距離を設ける、歩道との境界部分に植え込みなどを設ける（図4）ことによって、排気ガス抑制による空気環境改善の他、自動車からの廃熱、輻射熱削減に伴う熱環境改善が期待できる。

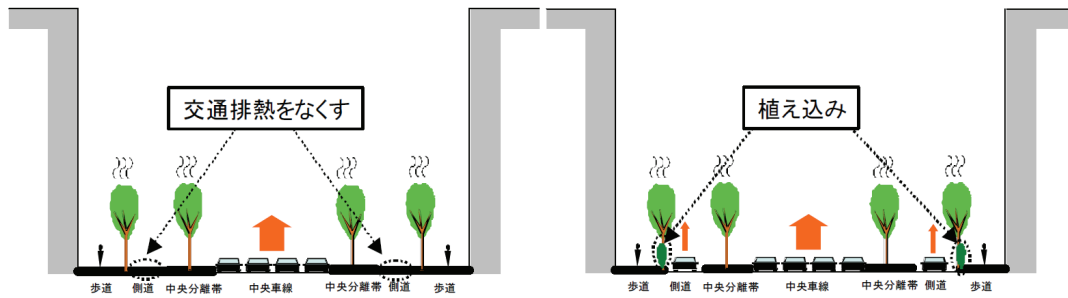


図 4 自動車からの歩行者環境保護

#### 4. 建築スケールの設計配慮

都市のヒートアイランド化の進行に対処するために、建築スケールの設計において目標すべき事項は次の 2 点に要約できよう。まず「建物の外表面や空調設備から都市大気へ向かう顕熱放熱を軽減すること」、次に「生活空間の微気象を改善し、熱的快適性を向上させること」である。これらは、熱の流れを調整・制御することにより達成される。都市の暑熱化の原因である熱は、表面の日射吸収に由来する熱と、人工排熱に由来する熱の 2 つに大別されるが、この 2 つの熱の量と流れをうまく調整し、上記の 2 つの目標に取り組む設計配慮の事例を示す。

##### (1) 日射に由来する熱に対する方策

日射に由来する顕熱放熱を軽減する第一の方策として、建物や敷地表面の日射反射率を高め、日射吸収量を減らす方策があげられる。表面材の明度と日射反射率は概ね比例関係にあるので、明度の高い仕上げ材を採用すれば表面温度が低く抑えられ、大気への顕熱放熱を軽減することができる。また、人の目に見えない赤外領域の日射を選択的に反射する高反射率塗料の開発が近年進んでおり、高い日射反射性能を確保しつつ、色味など視覚的な効果に対して自由度のある新素材として活用の方が広がりつつある。

第二の方策は、表面で水分蒸発を促し、吸収した日射を潜熱に転換する方策である。自然の地表面は、本来その多くが、植物の葉面や湿った土壌面により覆われているが、現代の都市を覆うコンクリートやガラス、金属など一般的な建材は水を浸透・保水しない乾いた表面を持つ材料である。乾いた表面では、蒸発散が起らず顕熱放熱となり大気を加熱する。これを防ぐために、保水性を有する建材を用いたり、植栽で建材表面を覆うなどの方法で積極的に蒸発散を促す方策は、本来の自然表面に回帰させようとする試みと言えよう。

表面の日射反射率を高める対策と、表面で蒸発散を促す対策は物理現象として全く異なるものの、都市気温上昇の抑制効果を評価する観点では、両者に共通した特性を見出すことができる<sup>注1)</sup>。例えば、緑地において 1 日あたり  $3\text{kg/m}^2$  の蒸発散<sup>注2)</sup>があれば  $7.5\text{MJ/m}^2$  の日射が蒸発潜熱に転換される。夏の日射量が  $17\text{MJ/m}^2$  程度<sup>注3)</sup>であるので、消費される熱の割合は 45%である。反射率 45%の高反射材料における日射反射と同等の効果である。潜熱への転換量は日射量と概ね比例するので、両方の方策ではともに日射量の大きな部位を対策の重点箇所とみなすことができよう。

設計配慮の焦点を「生活空間の快適性向上」にあてる場合には、生活空間の直近の部位が対策の重点箇所である。身近でよく知られた例は、緑陰の効果である。日中において人体の体感温度を下げることを目標にすれば、人体を直達日射から遮蔽する日陰を創出する対策が最も効果的である。緑化に際して地被類や低木を用いるにせよ、高木を用いるにせよ、程度の差はあるが、いずれもヒートアイランド対策として都市気温上昇の抑制効果を発揮する。しかし、図 5 に示すように、高木類が創出する緑陰は、芝生など地被類では実現できない機能である。高木の機能は、樹木のみ可能な機能ではなく、高反射性の日除けを設ける図 6 のような人工的方法によっても実現できよう。

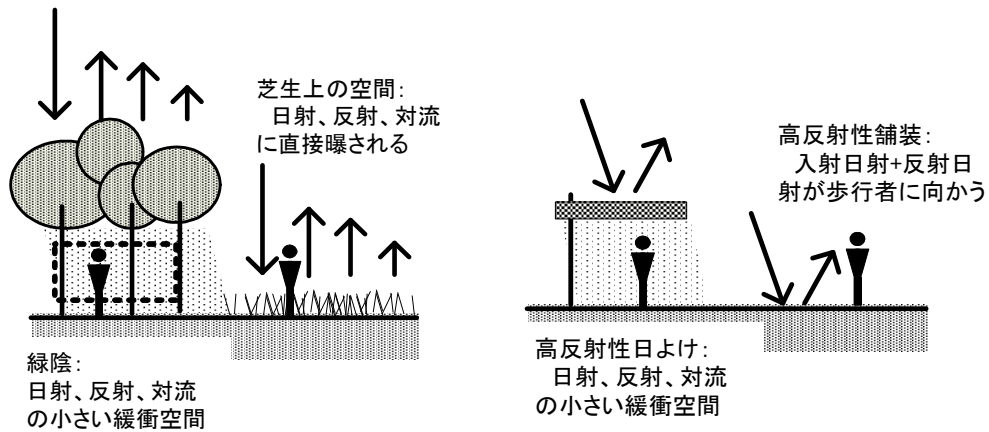


図 5 緑化する対策と歩行者への影響 図 6 高反射化する対策と歩行者への影響<sup>文1)</sup>

(2) 人工排熱に由来する熱に対する方策

建物の省エネルギー化を実施する理由としてヒートアイランド対策をあげることはあまりないが、省エネルギー化が人工排熱を減らす根幹的な対策であることは言うまでもない。高効率の建物設備設計や外皮設計、効率的な運用など全ての省エネルギー対策が、ヒートアイランド抑制へと直結する。また省エネルギー化とは別に、適切な空調方式の選択によって、都市大気への顕熱放熱を小さく抑えることもできる。例えば、マルチパッケージ型空調機のような空冷方式は排熱の全量が顕熱であるが、蒸発式冷却塔で排熱する水冷式システムでは、排熱の9割近くが潜熱へと変換され、顕熱排熱は1割程度まで軽減される。現在、日本では空冷方式の普及が進んでいるが、顕熱放熱の小さな水冷式を採用することは有効な方策である。空冷方式であっても、屋外機に水を噴霧し、排熱の一部を潜熱化する技術もある。省エネルギー化により人工排熱の総量を減じると共に、大気への放熱時に潜熱に転換するような方策を組み合わせると有効であろう。

生活空間の快適性を向上する観点では、空調屋外機の設置位置についても配慮する必要がある。鳴海らは数値流体シミュレーションを行い図7の結果を得た。この図は、一定の顕熱放熱量を持つ熱源の設置高さを4mから32mまで8m毎に高くし、各高さから放熱する時に、高さ4mの位置に生じる気温の上昇分を示すものである。これによれば、排熱位置が高いほど気温上昇幅が小さい、即ち排熱が上方へ効率的に拡散され、街区生活空間の気温上昇を軽減できることが示される。このように、なるべく高い位置から空調排熱を行い、加えて建物周りの通風・換気経路が確保されれば、街区生活空間の快適性向上に大きな効果がある。

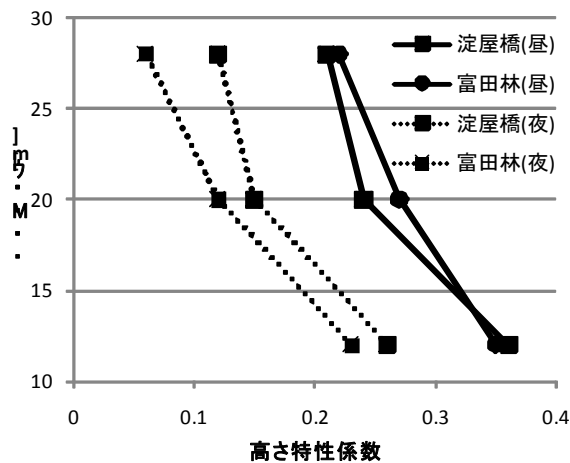


図 7 放熱高さと地表気温への影響<sup>文2)</sup>

鳴海らの研究結果。高さ特性係数とは、各放熱高さ  $20\text{W/m}^2$  の発熱を追加した時の地表気温(高さ 4.0m)の上昇幅を示す。

## 5. 街区デザインの提案

御堂筋は大阪のキタとミナミを南北につなぐ大通りで、その沿道には大規模なオフィスや店舗等が建ち並び、地下には一日 200 万人超が利用する地下鉄道も走る大阪のシンボルストリートである。御堂筋は中高層建築が建て詰まった大阪都心にあつて、幅員 44m、延長 4km に及ぶ銀杏並木の街路空間が作り出す帯状のオープンスペースであり都市の中の巨大なキャニオンを構成している。



図 8 御堂筋の鳥瞰図（本町から淀屋橋方面へ）（画像提供：国際航業株式会社）

この御堂筋の熱環境を改善して、他よりも心地良い歩行環境を創り出すことができれば、自ずと人が集い、にぎわいは増すであろう。では、御堂筋の平熱化のためにどのような方策が考えられるのか、まちづくりの将来像を見据えながら物理的なヒートアイランドの低減対策を取り入れる提案をしてみたい。これは、現在どちらかといえば行政からトップダウン的に要請のあるヒートアイランド対策に対し、民中心あるいは地権者主導によるヒートアイランド対策のあり方を示すことによって、都市計画のなかにヒートアイランド対策を組み入れる手法の確立に一步でも近づけるためである。

行政、経済団体、地元まちづくり団体等で構成される「新しい時代の御堂筋」協議会が 2001 年 4 月に策定した『御堂筋活性化アクションプラン』では、次の 5 つの目標を掲げて官民協力して種々の活動・事業を進めることによって御堂筋の活性化を目指している<sup>文3)</sup>。

- ① 風格あるまちなみ
- ② 情報発信ストリート
- ③ みてあるき文化回廊
- ④ 24 時間・新ビジネス空間
- ⑤ 快適・にぎわいプロムナード

このアクションプラン以外にも様々な提案<sup>文4)</sup>がなされているが、それらに共通して見られるキーワードをまとめてみると、にぎわいのある御堂筋、文化の感じられる御堂筋、滞在できる御堂筋、様々なアクティビティを誘発する御堂筋、といった将来像が見えてくる。具体的には、アフターファイブに友人とお茶や会話を楽しむ、沿道のホールやギャラリーなどで絵画を鑑賞し、ウィンドーショッピングを楽しみながら御堂筋を散策する、といった姿が思い浮かぶ。これらはいずれも仕事を終えた夕刻のものであり、今の御堂筋に不足しているアクティビティでもある。そのため、本ケーススタディーでは「夕刻の御堂筋の熱環境を改善する」ことを目標に設定する。このように街区に相応しい資質を決めることから、適切なヒートアイランド対策がどのようなものとなるかが決まる。



図9 御堂筋の将来イメージ<sup>文3)</sup>

さて、御堂筋とその沿道街区におけるヒートアイランド対策を複数街区において一体的に取り組むことのできる空間には、歩道・車道からなる道路空間と一定のルールに則って生み出されている建物の壁面後退で生まれる空間がある。こうしたパブリックな空間とプライベートともいえる個々の建物において、それらの形状と配置に工夫を施すことがヒートアイランド対策の原点となる。

#### (1) 具体策の提案

次に夕刻の熱環境改善に焦点を当てた具体的なヒートアイランド改善策の基本を示す。

- ① 建物の形状や配置を工夫し、キャニオンの風通しをよくしたりキャニオンに風を積極的に導入したりして適度な風速の維持と風による排熱効果を増す。
- ② 交通などから発する人工排熱が滞在空間へ流入することを防ぐ。
- ③ 滞在者周囲の地物の表面温度を低下させ放射熱を減ずる。
- ④ 交通排熱・空調排熱を減ずる。
- ⑤ 街路樹の蒸散や水面からの蒸発により気温を下げる。
- ⑥ 天空への放射冷却を活用する。

ここで、①～⑤は昼夜を問わない対策であるが、⑥は夕刻以降に有効である。これらの建築的な対策に加えて次のような設備的な対策もある。

- ⑦ スポットクーラーや細霧冷房など冷房設備機器を補助的に使う。

これらの基本対策方針を基に、2006年夏に御堂筋で実測した熱環境の実態と数値シミュレーションの結果を参考にして効果が高いと思われる個別改善対策案を次に挙げる。なお、表1には種々の対策を網羅的にカテゴリー化した結果を一覧にして示す。この中には検討した結果、あまり効果がみられない対策もあるが参考のために記載した。

#### a) 建物の形状や配置を工夫する

- ・ 大阪では昼間から夕刻にかけて西ないし南西の風が吹く。御堂筋の東側の建物を高くしてこの風を受け、それによりキャニオン内へ上空の空気を導入する。これによりキャニオン内の気温が下がり交通排熱も上空へよりよく排熱される。
- ・ 建物の高さに変化を持たせることにより乱流が促進され、キャニオン内の風速が高くなり上空の涼しく新鮮な空気がキャニオン内へ到達しやすくなる。
- ・ 通りに沿って隙間無く建物を建て壁状の建物群でキャニオンを閉鎖するよりも、建物を高層化し隣棟間隔を広げることによってキャニオンの風通しがよくなる。少なくとも、喫茶などで人が滞在する空間周辺にはこうした工夫をしてクールスポットを形成する。

- ・南北街路である御堂筋では西側歩道が午後以降に日陰になることから西側の歩道空間を夕刻以降の滞在空間として優先的に利用する。
- ・車道部のある街路中央付近は天空率が大きく日没後の放射冷却が期待できる。そこで車道部に向かって張り出した滞在空間を設けるために歩道から副道にいたる空間を一体的に利用できる広場空間として要所要所に設置する。

b) 緑や水面を設ける

- ・現在の御堂筋には既に他の街路に比べて充実した街路樹がある。これは大阪の文化的シンボルにもなっており、温熱環境的にも冷涼な空間を提供する源となっている。調査によれば緑の密度が低い淀屋橋周辺は環境が悪いことも判っている。従って、今後とも歩道部の緑化の充実・補強を進めると共に、壁面後退により生まれる空間も街路樹で覆うことが必須である。
- ・滞在者の近傍にある建物の垂直壁面には、日中の日射の蓄熱を防止するために建物構造体を直接露出させず植栽によって覆う。植栽の葉面は日没後の速やかな温度低下が期待できる。
- ・水面を設けると蒸発潜熱で低温な面が形成できるが水量が少なく日中に蓄熱する水面だと日没後は放熱源となり逆効果になることもある。水面設置を有効な対策とするには、日中の蒸発を促進させる工夫をする、あるいは日没後に水を入れ替えるなどにより水温を下げるという工夫が必要である。

c) キャニオン表面の素材を工夫する

- ・夕刻の壁面温度を下げて放射環境を改善するために、例えば鉄筋コンクリート造のような熱容量の大きな壁体は避け、カーテンウォールのような熱容量の小さい構造とすることが好ましい。
- ・熱容量の大きい道路や場合によっては建築の壁体も保水性の舗装や建材を用いて蒸発による温度低下を図る工夫が有効である。
- ・熱容量の大きい壁体は外表面の日射反射率が高い、つまり明度の高い表面材料とする工夫が有効である。

d) キャニオン内の排熱を削減する

- ・建物および車からの排熱を減じる工夫をする。前者は地域冷暖房を採用することが、後者は車道を削減して交通量を減らすことが考えられる。特に、現在歩道に近い部分に一車線ある車道をなくせば歩道への車による排熱の影響がかなり少なくなり改善効果大きい。

表 1 御堂筋を対象とした熱環境改善対策案とその効果

対策案	特徴・概要	効果	留意点	改善の提案	注	
建物の形状を工夫する	東側の建物高さの嵩上げ	東側の建物高さを上げ、強い循環風を起こす	気流速度の上昇		*1	
	東西側交互に建物高さの嵩上げ	御堂筋沿道の建物高さを東西交互に 90m に上げるブロックをつくる。但し、建物高さを上げた道路の向かい側の建物は現状のままとする。高い建物により上空の強風を下方へ誘引し、強い循環風を起こす。	西風が吹くと想定し、御堂筋の東側の建物高さを上げた場合、吹きおろしの風の風速は 0.9 m/s 上昇する。また、地表レベルの気流速度も上昇 (1.5m/s の上昇) し、気温は 0.3℃低下する。(12 時、地面高 1.0m)	西側の建物高さが 90m の風下側で気温が最大 0.2℃上昇する。また、沿道の片側だけの建物高さを上げるという点は現実的でない。しかしながら、両側の建物高さを上げると、キャニオンは深くなり、街路の地表レベルの環境の悪化や高層化の弊害が予想される。	従来、ビル風などで弊害としてのみとらえてきたダウンドラフトの活用の可能性	*2
	風取り込み口の設置	上空風を歩道に取り込む風の取り込み口を設ける	気流速度の上昇			*1
	建物の角の隅切り	建物のコーナー部を交差点の部分でカット	気流速度の上昇			*1
	アーケードの設置	歩道にアーケードを設ける	日射遮蔽効果	風速が低下し、SET*が低減	日射遮蔽には樹木による木陰を増やすなどの対策の方が有利	*1



対策案	特徴・概要	効果	留意点	改善の提案	注
	建物壁面に庇を設ける	2階高さ以上の部分のガラス壁面は、庇などを設けて、地上へ向かう反射日射を減らす。	歩道部の暑熱化を抑制する。地上部への反射日射を遮蔽する。庇の有無により人体へのMRTに生じる差は最大10Kに達する可能性がある。		*3
建物の配置を工夫する	建物間に隙間を確保する	建物間に風のぬける隙間(5m)を確保する。	西から東向きに吹く風が促進され、隙間を設けた箇所では気流速度が上昇(0.3m/sの上昇)、気温は0.3℃低下する。しかしながら、隙間から離れるとほとんど変化はない。(12時、地面高1.0m)	隙間を設けた箇所でもクールスポットを形成できるが、街路全体に与える影響は小さい。	*2
	川により冷却された風を引き込む	川からの風を引き込むため土佐堀通に面した街区では、建物をセットバックして配置する。	建物をセットバックすることによってひらけた空間では、気流速度が上昇(0.5m/sの上昇)し、気温は0.1℃低下する。但し、少し離れると全く効果は見られない。(12時、地面高1.0m)	12時においては、ほとんど改善効果がない。	*2 川により冷却された風の効果の夜間における検証が必要
水や緑を取り込む	植え込みの設置	歩道と側道間に植え込みを設置する	歩道への交通排熱流入抑制	植え込みの抵抗により風速が減少する	*1
	歩道、中央分離帯の街路樹の増加	街路樹の樹冠部を最大のものに置き換え統一する	日射遮蔽効果 蒸散効果		*1
	キャニオンを街路樹で覆う	中央車線の中央にも植樹し、キャニオン全体が樹冠に覆われるようにする	日射遮蔽効果 蒸散効果	樹木の量が非現実的か	*1 歩道、中央分離帯の街路樹の増加(上述)が現実的かつ効果的
	水路の導入	側道部を水路にする	蒸発散効果		*1
表面の素材を工夫する	建物壁面の1階部分をガラス面にする	歩道沿道の建物壁面の1階部分をガラス面にする	歩行者への反射日射と赤外熱放射が低減する。コンクリートをガラス面に変えると、人体へのMRTが最大5K低下する可能性がある。	熱線反射ガラスなど日射吸収率の高いガラスを用いると、表面温度が高くなり赤外熱放射の低減効果が小さくなる。	*3 フロートガラス、Low-Eガラスなどが良い。
	歩道部舗装を保水性に変える	水分蒸発により舗装表面を冷却する	舗装表面温度が下がり、人体への熱放射が小さくなる。蒸発効率を0から0.1に上げると、表面温度は最大17K下がり、人に対するMRTは最大1.4K下がる場合がある。	保水性舗装の温度低減効果を発揮させるためには、十分な給水が必要。	*3 せせらぎなどと組み合わせると良い。
排熱を削減する	建物からの排熱を減じる	地域冷暖房システムを導入する	地域に必要な熱源を地域外で一元的に供給し、地域内の空調排熱量をすべて削減できると仮定すると、街区内の気温は0.2K低減しSET*も0.1~0.2K低下する。		*1
	車からの排熱を減じる	車道を減らし交通量を削減する	側道部分から自動車交通を排除することにより西側街路で気温が0.2K、SET*が0.1K低下するが、東側街路では変化はない。		*1

\*1：京都大学吉田研究室による検討：御堂筋での実測および数値シミュレーション<sup>文5)~7)</sup>の検討結果

\*2：立命館大学近本研究室による検討：ヒートアイランド緩和による歩行者環境の改善に関する研究での検討結果<sup>文8)</sup>

\*3：大阪市立大学西岡研究室による検討：コンクリート壁面とガラス壁面から成る街路キャニオンについて、数値シミュレーション<sup>4)</sup>により行った検討結果<sup>文9)</sup>

## (2) 総合計画の提案

個別の改善案を網羅的に採用することは必ずしも適切ではなく、また実現性も乏しい。そこで、既に議論されている御堂筋の将来ビジョンを参考にして総合的な改善案を提示し、その効果をシミュレーションにより予測した結果を示す。図10に現状と改善提案の御堂筋の断面例を示す。この改善案の特徴は、東側の建物を中心に高さを増して西風がキャニオン内へ降下しやすくする、車道を一車線減じて車の排熱を減らすと共に車道による歩道へのインパクトを減らす、壁面後退で生ずる空間にも街路樹を植えて蒸散と放射により熱環境を改善する、歩道の横に水路を設けて歩行者の熱放射の改善を行う、街路樹の緑化量を現状よりも多くする、などである。シミュレーションの結果、改善による効果は街路に沿って異なるが、東西街路において、18時の体感温度（SET\*）は現状より西側歩道で0.1～1.8℃、東側歩道で0.4～1.8℃改善し、総合計画の効果は大きいことが判った。

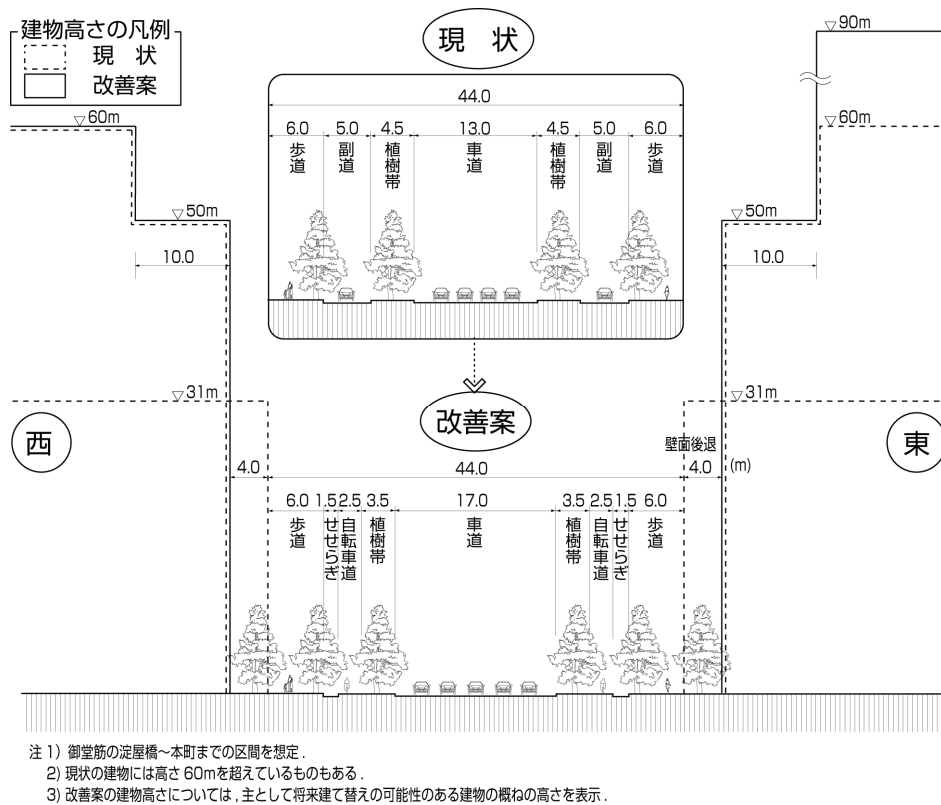


図10 御堂筋のヒートアイランド改善案

## (3) 今後に向けて

本報では、まず御堂筋におけるヒートアイランド抑制のための様々な対策案を実測やシミュレーションの結果を活用して整理し、それを総合して御堂筋の全体ビジョンを提案しその効果をシミュレーションで予測して示した。個別の改善案の中には、水や緑の活用のように、日頃、都市計画や建築設計に携わる者が感覚的に熱低減効果を期待できると考えている対策案が予想通りとなるケースや、川から冷たい風を取り込む工夫のように思ったほど効果が得られないケースもある。まだこうしたアプローチでの研究は緒に就いたばかりであるが、SET\*のような客観的な温熱評価指標を用いて熱環境の改善効果が工学的に示され、それが都市計画に結びつく糸口が得られたとあってよい。

今後は、このような工学的検討を積み重ね、それらを体系的に整理して都市を平熱化するための計画技術あるいはプロセスとして確立していく必要がある。都市計画や都市開発の現場では、それに係る主体が多種多様であることから、共通の言語として利用できる計画技術の確立と導入は合意形成の促進に大きな役割を果たすとともに、今後のヒートアイランド対策の普及への大きな推進力になると考える。

<注>

- 1) 蒸発・蒸散と日射反射は、異なる物理現象であり、伝熱機構の詳細は全く異なる。
- 2) 梅干野らの実験<sup>文1)</sup>によれば、夏期の芝面からの蒸発散量は、2~4kg/m<sup>2</sup>である。
- 3) 理科年表<sup>文10)</sup>による全天日射量の日積算量の月別平年値(大阪8月)より。

<参考文献>

- 1) 堀口剛、梅干野晃ほか：芝生植栽の水収支特性に関する実験研究(第2報)、日本建築学会計画系論文集、No. 383, pp. 73-92(1996)、日本建築学会
- 2) 鳴海大典、羽原勝也、近藤明、下田吉之、水野稔：都市熱環境緩和を目的とした大気熱負荷評価システムの開発 その1 大気熱負荷排出条件の違いが地表付近の気温変化に及ぼす影響、空気調和・衛生工学論文集、pp. 11-19、2006
- 3) 「新しい時代の御堂筋」協議会：御堂筋活性化アクションプラン、同協議会発行リーフレット(2001)
- 4) 国土交通省が中心となって設立した「明日の御堂筋」委員会による「御堂筋再生プラン」(2004)や御堂筋沿道に不動産を所有する企業・個人の有志で構成される御堂筋まちづくりネットワークによる「御堂筋STYLE創生」(2002)など
- 5) Naoko Yamaoka, Harunori Yoshida: Simulation Study of the Influence of Different Urban Canyons Element on the Canyon Thermal Environment, Building Simulation, An International Journal, Volume 1, Issue 2, 1 (2008), 118-128
- 6) 古我卓真, 吉田治典, 田部充朗, 山岡直子, 山下道子: 特性の異なる都市キャニオンの温熱環境実測とシミュレーションによる環境改善策の提案に関する研究, (その1, 2) 特性の異なる都市キャニオンの温熱環境実測, 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集 (2007. 3), p. 119-126
- 7) 山岡直子, 吉田治典, 古我卓真ら: CFDと非定常伝熱の連成シミュレーションによる都市キャニオンのヒートアイランド予測と対策に関する研究 (その1, 2) シミュレーションの精度検証, 日本建築学会近畿支部研究報告集 (2008), p. 141-148
- 8) 武部敬輔, 近本智行: ヒートアイランド緩和による歩行者環境の改善に関する研究 (その2), 空気調和・衛生工学会学術講演会, 2007
- 9) 西岡 真稔, 湊 崇徳, 鍋島 美奈子: 拡散面と鏡面からなる二次元街路キャニオンの放射環境に関する数値シミュレーション, 空気調和・衛生工学会論文集 (2008), No. 133, p. 11~18
- 10) 国立天文台編: 理科年表 平成19年、丸善