

4 ヒートアイランド対策手法とその評価

4.1 対策の評価

(1) 地域特性に応じた対策の効果比較

個々の対策の効果を比較するため、シミュレーションモデルを用いて、個々のヒートアイランド対策の熱負荷への緩和効果について予測、評価を行った。なお、評価は、気温上昇に直接影響を与える大気顕熱負荷量の削減割合を相対的に比較することにより行った。

計算対象として想定した地区の土地利用及び建物状況は以下のとおりとし、これを標準条件とした。

500m 四方の地区を想定し、図 4-1 に示したように、住宅地区は住宅地が 75% を占め、残りの 25% は裸地とした。一方、業務地区は業務地のみ (100%) とした。

住宅地 (業務地) は、建物部分とその他 (道路、敷地外構部など) が 50% ずつとし、土地利用は建物部分がコンクリート、その他部分はアスファルトと想定した。

以上より、地区全体に建築物が占める面積は、住宅地区で 37.5% (75% × 50%)、業務地区で 50% (100% × 50%) となる。

住宅の建物高さは 6m (2F)、業務施設の建物高さは 24m (8F) とした。

人工排熱は建物排熱と自動車排熱を想定した。

設定した対策及びその割合は表 4-1 に示すとおりとした。

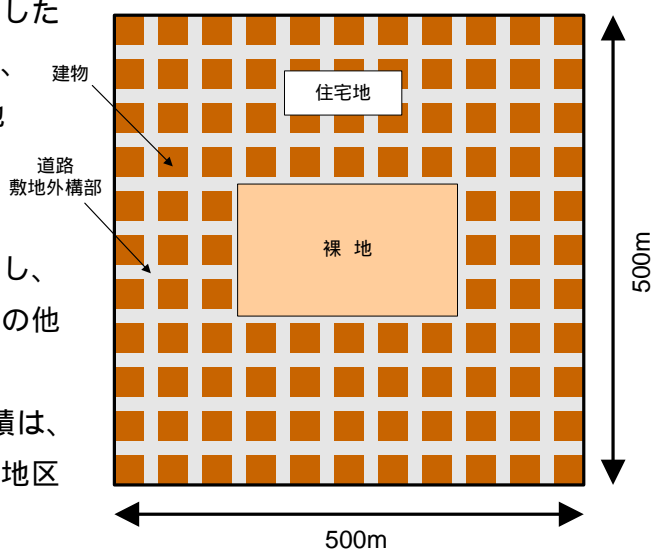


図 4-1 標準条件 (住宅地区)

表 4-1 対策の条件設定

| 対策区分 | 対策内容 | 対策割合 | 備考 |
|--------|-----------------|----------|------------------------|
| 緑化 | 住宅 (業務) 地の地表面緑化 | 25% | 道路や建物外構部の 25% を緑化 |
| | 屋上緑化 | 25% | 建物屋上部の 25% を緑化 |
| | 裸地緑化 (住宅地区のみ) | 25% | 裸地の 25% を緑化 |
| 保水化 | 住宅 (業務) 地の保水性舗装 | 25% | 道路や建物外構部の 25% を保水化 |
| 水面化 | 裸地の水面化 (住宅地区のみ) | 25% | 裸地の 25% を水面化 |
| 高反射化 | 地表面の反射率の向上 | 15% 向上 | 全平均反射率を 15% から 30% に向上 |
| | 建物表面の反射率の向上 | 20% 向上 | 全平均反射率を 30% から 50% に向上 |
| 人工排熱削減 | エネルギー削減 | 25% 削減 | 建物内の消費エネルギーを 25% 削減 |
| | 空調機水冷化 (業務地区のみ) | 25% を潜熱化 | 水冷化により顕熱の 25% の潜熱化 |
| | 交通排熱削減 | 25% 削減 | 地区内の自動車排熱を 25% 削減 |

備考) 1. 対策の割合は、各対策の効果を比較するため、ほぼ同等になるように設定した。

2. 高反射化とは、すべての地表面や建物表面 (屋上、壁面) の平均的な反射率を向上させることを表す。

各対策の効果は、気温変化に直接的な影響を及ぼす大気顕熱負荷量の標準条件からの削減割合によって評価した。

【住宅地区】

住宅地区での標準条件での大気顕熱負荷量の時間変化をみると（図 4-2）、日中の 14 時頃に最大となり、朝方の 5 時頃には最小となる。8 時から 19 時には、地面や壁面からの顕熱量がほとんどを占め、20 時から朝方 5 時には、地面及び壁面などからの顕熱量はマイナス（吸収）となり、住宅排熱による顕熱量が比較的多くなる。

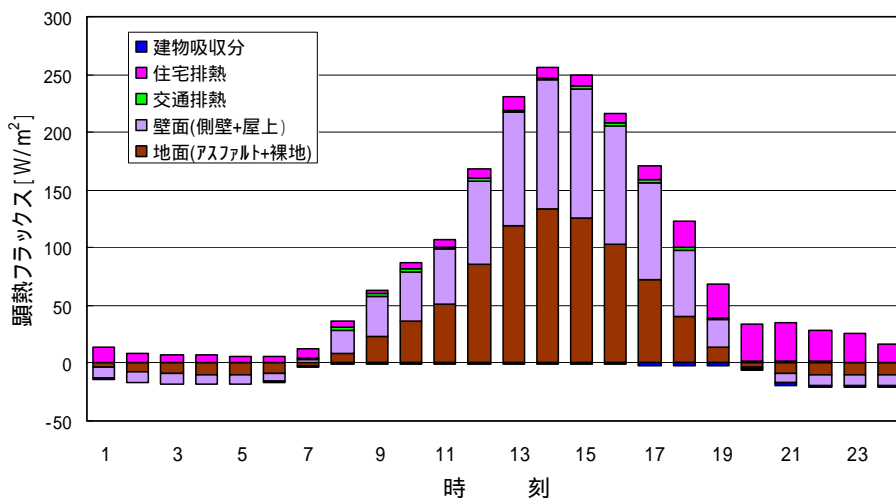
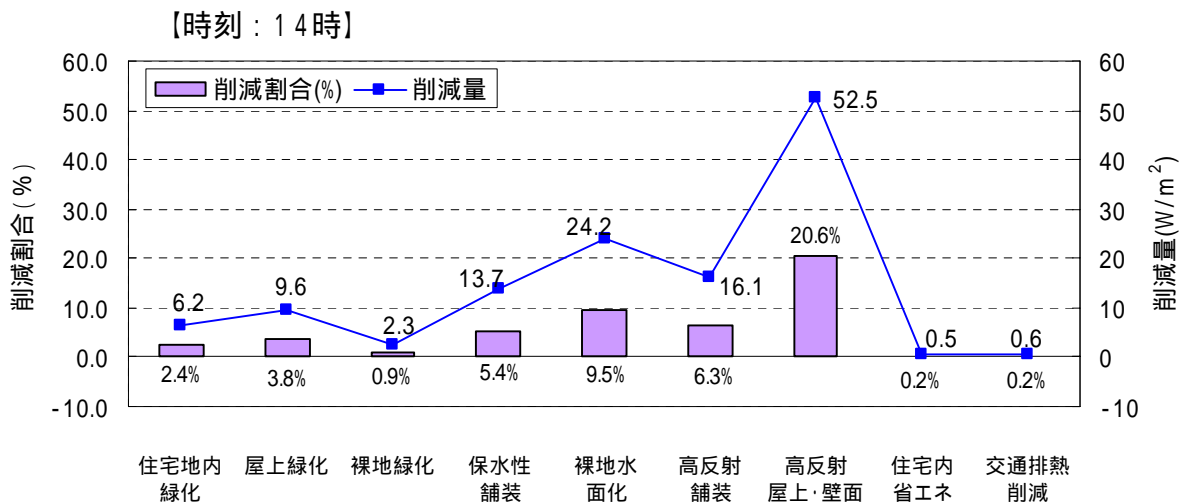


図 4-2 標準条件における大気顕熱負荷量の推移（住宅地区）

住宅地区の対策前の標準条件に対するヒートアイランド対策導入時の大気顕熱負荷削減率は図 4-3 に示すとおりである。日中（14 時）では住宅の高反射性壁面化や水面化、夜間（23 時）では緑化による大気顕熱負荷削減率が比較的大きい値を示した。住宅内の省エネは、日中はほとんど効かないが、夜間には高い効果を示した。



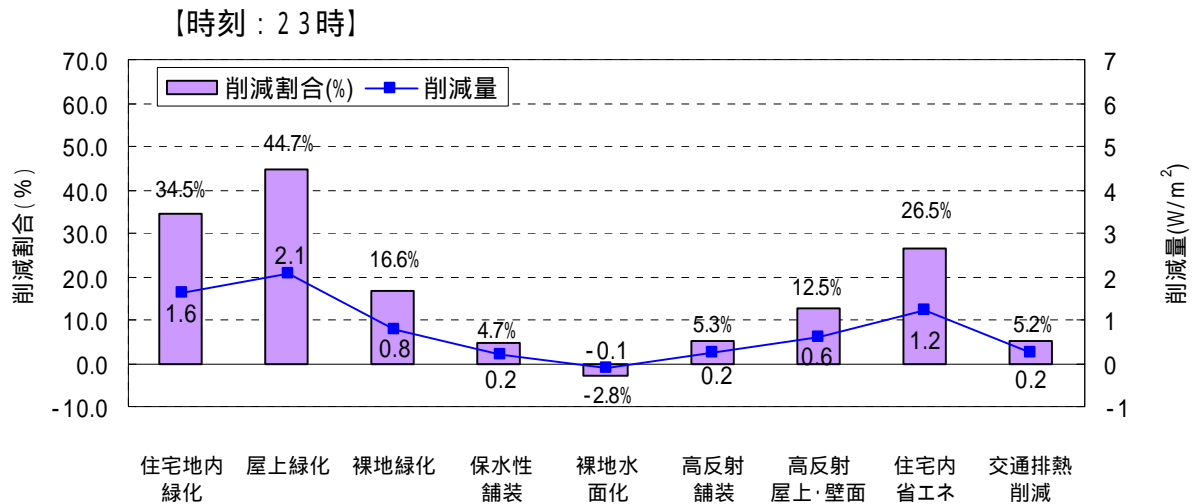


図 4-3 大気顕熱負荷削減率にみる対策効果（住宅地区）

【業務地区】

業務地区での標準条件での大気顕熱負荷量の時間変化（図 4-4）は、概ね住宅地区と同様であるが、8時から18時にかけて、建物排熱、交通排熱の割合が住宅地区と比較して大幅に増加し、19時から朝方6時でも、交通顕熱の排出が継続している。

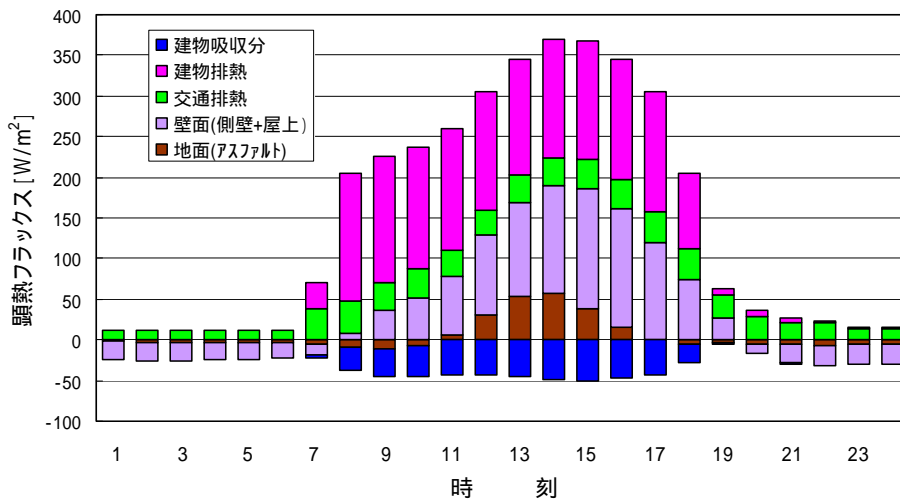


図 4-4 標準条件における大気顕熱負荷量の推移（業務地区）

業務地区の対策前の標準条件に対するヒートアイランド対策導入時の大気顕熱負荷削減率は図 4-5 に示すとおりである。日中（14時）は建物の高反射性壁面化や空調機の水冷化対策が、夜間（23時）は緑化及び交通排熱対策による大気顕熱負荷削減率が比較的大きい値を示した。

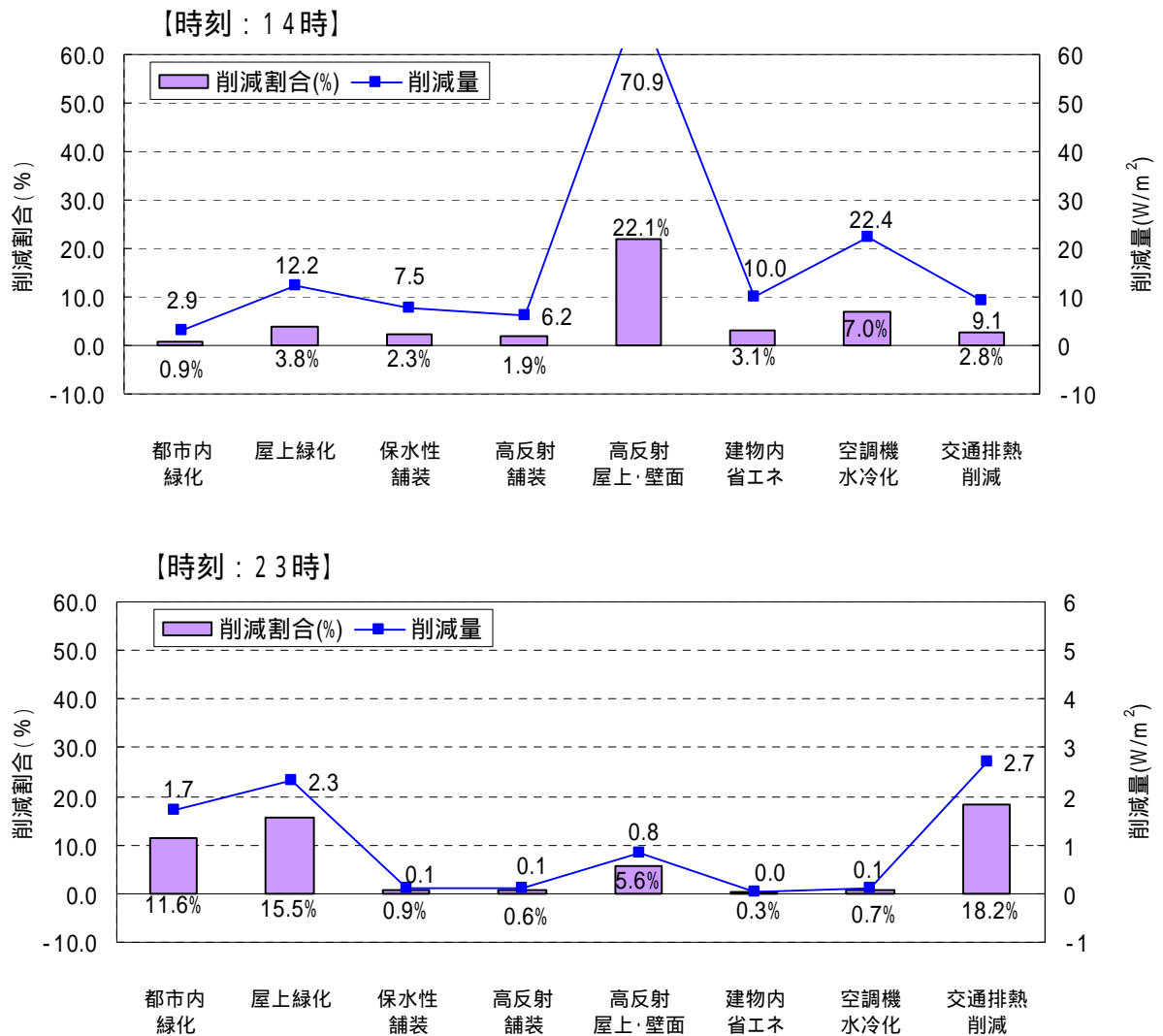


図 4-5 大気顕熱負荷削減率にみる対策効果（業務地区）

以上の対策毎の比較結果に基づき、大気への顕熱負荷量を削減するために効果的な対策を地区・昼夜毎に整理した。

| | |
|---------------|--|
| 【住宅地区】 | |
| 昼間に効果的な対策 | 住宅の屋上や壁面の蓄熱防止 水面の確保、保全 |
| 夜間に効果的な対策 | 屋上緑化、住宅地内緑化等の緑化対策 住宅内での省エネ対策 |
| 【業務地区】 | |
| 昼間に効果的な対策 | 建物の屋上や壁面の蓄熱防止 顕熱の潜熱化（水冷式システムや水噴霧の導入等） |
| 夜間に効果的な対策 | 交通排熱対策 屋上緑化、業務地内緑化等の緑化対策 |

(2) 広域シミュレーションによる対策の評価

対策しない場合の将来(2025年)の府域の気温上昇予測

今後、特にヒートアイランド対策を実施せず、過去20年間の4分の1の増加率で、建物の延べ床面積が増加し、農地や山林・原野が住宅等になると想定し、また、エネルギー消費の面では、交通部門が15%増加するとして、将来の気温の上昇を予測した。その結果、図4-6に示すように、昼間は大阪府全域で約0.1から0.2、夜間は大阪市の北部を中心に約0.1から0.3が上昇すると予測された。

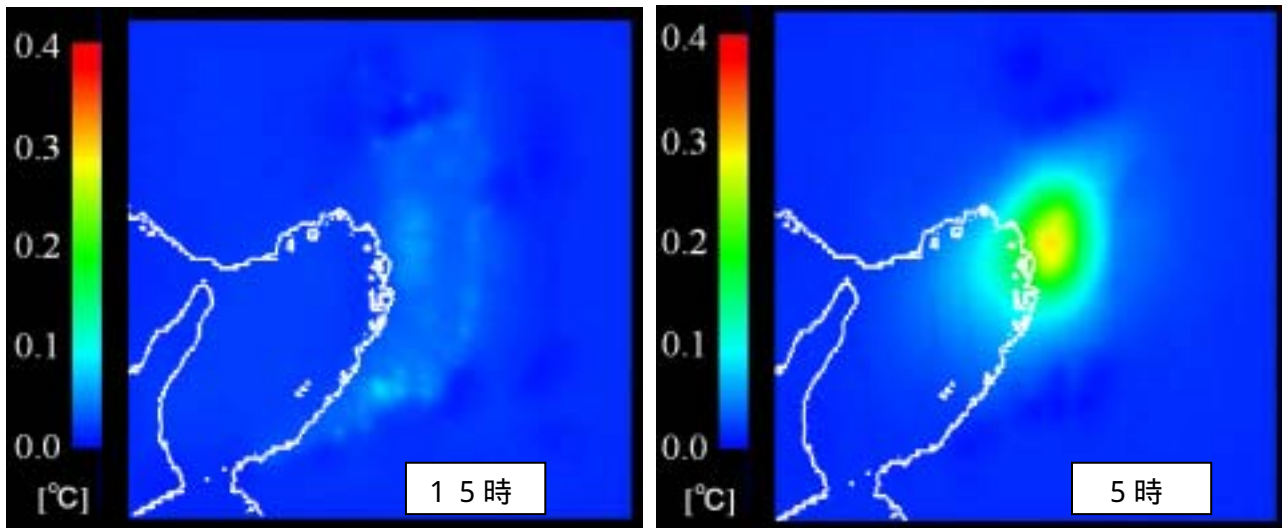


図4-6 対策しない場合の気温の上昇

対策と気温低減効果

対策を実施しない場合、さらに気温が上昇することが予想されるため、表4-2に示した対策を実施した場合の府域の気温低減効果について予測した。

表4-2 対策内容と対策量

| 対策内容 | 対策量 |
|-------------------|-----------|
| 建物内のエネルギー消費量の削減 | 現状より15%削減 |
| 自動車及び製造業からの排熱量の削減 | 現状より10%削減 |
| 市街地の地上部分の緑化 | 現状より15%増加 |
| 建物の屋上緑化 | 現状より20%増加 |
| 建物の屋上、壁面の高反射化 | 備考1参照 |
| 保水性(透水性)舗装の普及 | 現状より20%増加 |
| 高反射性舗装の普及 | 備考2参照 |
| 顕熱の潜熱化、蒸発潜熱の増加 | 現状より20%増加 |

備考) 1.現状の建築物の平均的な反射率を20%とし、20%の建築物の屋上・壁面の反射率を60%とする対策
 2.現状の地表面の平均的な反射率を10%とし、20%の地表面の反射率を30%とする対策

対策を実施した場合の気温の低減効果について図 4-7 に示した。これによると、表 4-3 に示した対策を実施すると、昼間は府域の広範囲に渡り、0.3 ~ 0.9 気温が低下し、夜間は大阪市域を中心に 0.1 ~ 0.3 気温が低下すると予測された。

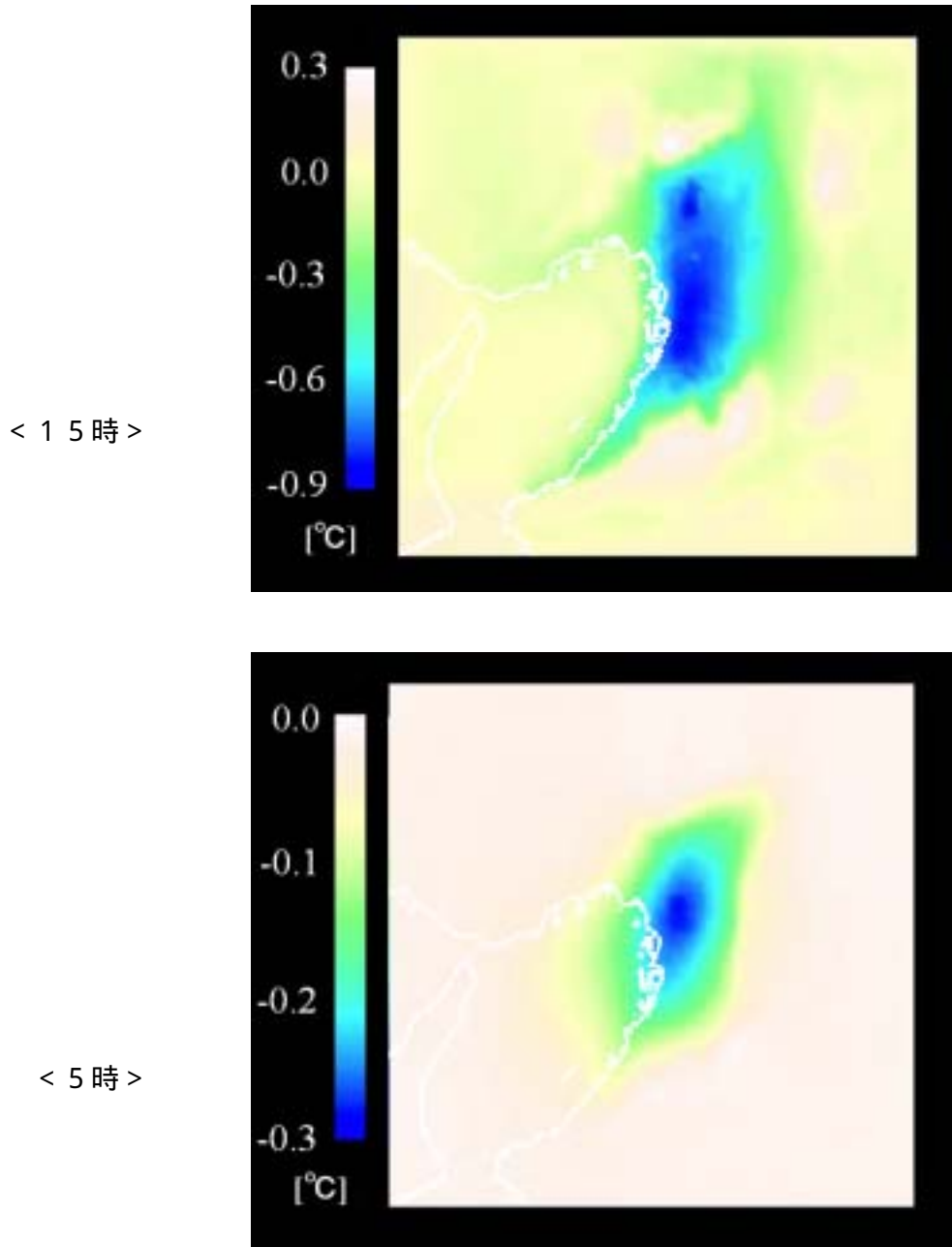


図 4-7 対策を実施した場合の気温の低減効果

備考) 本予測は都市熱環境評価モデルである「OASIS (Osaka University Simulation System)」を用いた。本モデルは、運動方程式、温位・比湿保存式及び連続式の各基礎方程式に加え、乱流モデル、接地境界層モデル、地表面熱収支モデル、都市キャノピーモデルの各サブモデルで構成される。

4.2 対策手法

ヒートアイランド現象を緩和するためには、人工排熱の低減、地表面温度の高温化抑制、冷却作用の利活用など多岐に渡る対策が考えられ、それぞれの対策には時間スケールで見ると、比較的短期に効果が期待できる対策から、中・長期期的に取り組まなければならない対策があり、対策の広がりにおいても、建物スケール、街区スケールから都市スケールのものまである。また、業務系の地域と住宅系の地域では、都市の形態が異なり、人工排熱量を左右する生活、業務、交通等の活動量が異なることから、これらの対策の効果は地域によって違ってくる。

また、ヒートアイランド問題は地球温暖化問題とも密接に関係があり、ともに産業活動の発展、都市化の進展に伴うエネルギー消費量の増大が関係しており、双方とも都市の気温を上昇させるとともに、互いに影響し合う悪循環を引き起こしている(図4-8)。対策面でも、省エネルギー対策は排熱を低減し、温室効果ガス排出量の低減にも寄与する共通の対策であるが、地球温暖化対策の中には都市域での直接排熱によりヒートアイランド化に影響を及ぼすものもある。逆に、ヒートアイランド対策の中にも、年間を通じるとエネルギー消費量が増加したり、余分なエネルギーを消費する場合や、湿度が増加し、不快指数が増加する場合もあり、対策を実施する場合には、これらのことを十分念頭においておく必要がある。

さらに、ヒートアイランド対策は、地球温暖化対策だけでなく、大気汚染防止、緑化、交通対策、都市快適性の向上等、他の都市施策課題とも密接に関連するものが多いことから、これらの施策との整合性を図るとともに、相乗効果の大きい対策を優先して実施していくことが重要である。

以上のことから、個々のヒートアイランド対策について、その対策範囲、対策の実施期間、用途・昼夜別効果、他の施策との関連をもとに、気温を低下させる上での優先度を含めて表4-3に整理した。

なお、住宅系地区の夜間、業務系地区の昼間に効果のある対策については、4.1(1)で示した地域特性に応じた対策の効果比較の結果等をもとに整理した。

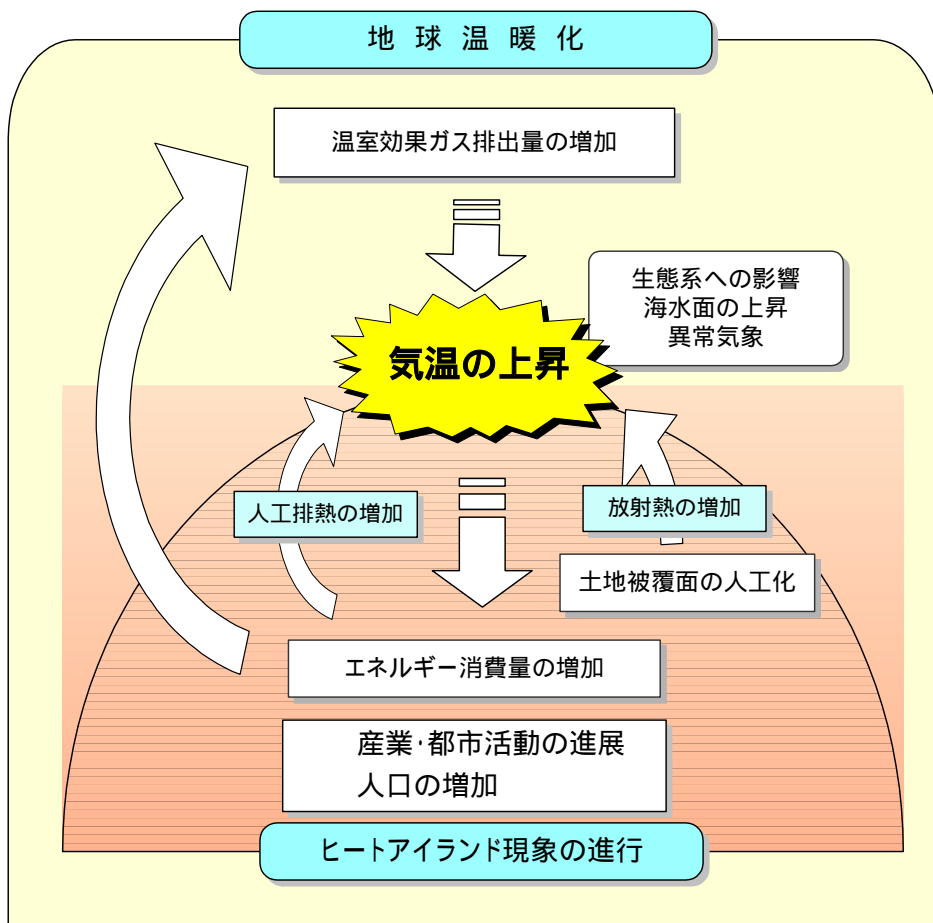


図 4-8 ヒートアイランド現象と地球温暖化の関係

表 4-3 ヒートアイランド対策手法の特性分類と他の施策との関連

| 対策の方向 | 対策分野 | 対策メニュー | 対策範囲 | | | 対策実施期間 | | |
|--------------|----------------|----------------------|------|----|----|--------|----|----|
| | | | 建物 | 街区 | 都市 | 短期 | 中期 | 長期 |
| 人工排熱の低減 | 省エネ設備の導入等 | (1)高効率・省エネルギー型機器の導入 | | | | | | |
| | | (2)機器の高効率運転 | | | | | | |
| | | (3)生産設備の省エネルギー化 | | | | | | |
| | 省エネ建築物の普及 | (4)建物の断熱性・遮熱性の向上 | | | | | | |
| | | (5)自然通風・換気・日射遮蔽 | | | | | | |
| | 空調機器の排熱対策 | (6)高効率空調機器の導入 | | | | | | |
| | | (7)水冷による排熱、顕熱の潜熱化 | | | | | | |
| | | (8)都市排熱処理システムの構築 | | | | | | |
| | エネルギー供給システムの選択 | (9)ヒートポンプ式給湯器の普及促進 | | | | | | |
| | | (10)地域冷暖房システムの導入 | | | | | | |
| | | (11)未利用エネルギーの活用 | | | | | | |
| | | (12)太陽光発電の導入、太陽熱利用 | | | | | | |
| | 自動車・交通流対策 | (13)低燃費車の普及 | | | | | | |
| | | (14)交通流対策・物流の効率化 | | | | | | |
| | | (15)公共交通機関の利用促進 | | | | | | |
| | 省エネ行動の実施 | (16)家庭での省エネライフの推進 | | | | | | |
| | | (17)事業所での環境マネジメント | | | | | | |
| | | (18)自動車利用の抑制 | | | | | | |
| | | (19)エコドライブの推進 | | | | | | |
| 建物・地表面の高温化抑制 | 建物緑化 | (20)屋上・壁面緑化 | | | | | | |
| | | (21)敷地内緑化(校庭や駐車場を含む) | | | | | | |
| | 屋根面・壁面の高温化抑制 | (22)高反射性仕上げ、光触媒の活用 | | | | | | |
| | 地表面の高温化抑制 | (23)保水性・透水性舗装 | | | | | | |
| (24)反射率の向上 | | | | | | | | |
| 冷却作用の利活用 | 風の活用 | (25)建物配置の改善 | | | | | | |
| | 水の活用 | (26)下水処理水の利用 | | | | | | |
| | | (27)雨水の利用 | | | | | | |
| | | (28)打ち水の励行 | | | | | | |
| | | (29)ため池・農業用水路の保全 | | | | | | |
| | | (30)水面の拡大 | | | | | | |
| | 緑の活用 | (31)街路空間の緑化 | | | | | | |
| | | (32)公園・緑地の整備 | | | | | | |
| | | (33)農地の保全 | | | | | | |
| | | (34)都市河川護岸の緑化 | | | | | | |
| | | (35)緑の拠点づくり・ネットワーク化 | | | | | | |

備考) 1. 対策範囲の区分(街区:概ね数百m²~数千m²、都市:概ね市町村域から府域)
 2. 対策実施期間(短期:概ね5年以内、中期:概ね5~15年間、長期:概ね15~20年間)
 3. 用途別・昼夜別効果(効果大、効果あり、逆効果の場合がある)

| 用途別・昼夜別効果 | | 他の施策との関連 | | | | | 対策の優先度 | |
|-----------|---------|----------|------|----|----|-----|--------|-----------------|
| 住宅地区（夜） | 業務地区（昼） | 地球温暖化 | 大気汚染 | 緑化 | 交通 | 快適性 | 優先度 | 備考 |
| | | | | - | - | - | | |
| | | | | - | - | - | | |
| - | - | | | - | - | - | | |
| | | | | - | - | | | 断熱材の蓄熱に注意が必要 |
| | | | | - | - | - | | |
| | | | | - | - | - | | 室外機や水の管理、湿度の増加 |
| - | | | | - | - | - | | 構築時間、初期費用の問題 |
| | - | | | | | | | |
| - | | | | - | - | - | | 構築時間、初期費用の問題 |
| | | | | - | - | - | | 活用可能な場所が限定 |
| | | | | | | | | 地球温暖化防止に有効 |
| | | | | - | | - | | |
| | | | | - | | | | |
| | | | | - | | | | |
| | - | | | - | - | - | | 地球温暖化防止に有効 |
| - | | | | - | | - | | 地球温暖化対策に有効 |
| | | | | - | | | | 地球温暖化対策に有効 |
| | | | | - | | - | | 地球温暖化対策に有効 |
| | | | | | - | | | 導入可能な建物が限定 |
| | | - | - | | - | | | |
| | | | - | - | - | | | 反射熱や暖房需要への影響 |
| | | - | - | - | - | | | 水とその保水性が重要 |
| | | - | - | - | - | | | 反射熱の影響 |
| | | - | - | - | | | | 構築時間の問題 |
| | | - | - | | | | | 緑、路面等への散水。運搬が問題 |
| | | | - | - | - | | | 緑、路面等への散水に有効 |
| | - | - | - | - | - | | | 雨水利用がより有効 |
| | - | - | - | | - | | | |
| | | - | - | | - | | | 夜間、温度が低下しにくい |
| | | - | - | | | | | |
| | | | | | - | | | |
| | - | - | - | | - | | | ヒート現象の拡大防止に重要 |
| | | - | - | | - | | | |
| | | - | - | | | | | |

4. 他の施策との関連（ 関連があり効果がある、 関連がある、 逆効果の場合がある ）
5. 優先度（ 他の施策との関連を考慮しつつ、ヒートアイランド現象を緩和するために効果の高い対策 ）
6. 屋上・壁面緑化、壁面・屋根面の高温化抑制は人工排熱の低減効果も有する。