

都市における ヒートアイランド現象の緩和対策

ヒートアイランドとは、都市部の気温が周辺郊外よりも高温化する現象で、言わば都市とその周辺との気温の格差を示すものである。この現象を緩和するために、2002年9月に設置された、環境省、国土交通省、経済産業省、内閣官房で構成されるヒートアイランド対策関係府省連絡会議は、2004年3月に「ヒートアイランド対策大綱」を策定した。この大綱の中では、人工排熱の低減、地表面被覆の改善、都市形態の改善、ライフスタイルの改善を4本柱としてヒートアイランド対策が体系化されている。

ヒートアイランド現象は、理学や工学の研究分野から次第に政策に結び付いてきた経緯がある。また、気象学、地理学、建築学、土木工学など様々な分野に亘る研究課題となっており、数多くの研究分野が関与しており、それぞれの分野において現象の解明、対策技術の開発や施策への展開など多岐に亘って進められている。また、近年、局地的な温暖化現象であるヒートアイランドと地球温暖化は、資源・エネルギー消費形態などの原因と共に共通の対策が少なくないことが認識され始めている。

ヒートアイランド対策は都市計画的観点から、ある地域全体で一斉に対策を実行する必要がある。政府は、2005年4月に「地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域」として10都市・13地域を決定した。また、東京都では、2005年4月に「熱環境マップ」を作成し、地域特性に沿ったヒートアイランド対策に取り組んでおり、このマップに基づいて「ヒートアイランド対策推進エリア」として区部4ヶ所を設定している。この推進エリアは、国のモデル地域にも採択されている。さらに、モデル地域の一つである、東京都品川区の大崎駅周辺地域は、目黒川を活用した「風の道」の確保など環境負荷軽減に向けて事業化が進められている。

ヒートアイランド現象を緩和していくためには、都市をデザインしていく時点から、ヒートアイランド対策をマスタープランとして都市計画の策定に反映させいく必要がある。そのためには、地域の自然特性、熱特性を把握し、特性に応じた効果的な対策を選択することが重要である。また、ヒートアイランド現象緩和効果の予測を行い有効な対策を策定するためには、風の道、緑地の冷気、屋上緑化、保水性舗装、遮熱性舗装等、様々な効果の評価を行うシミュレーション技術の開発が不可欠である。その一方で、都市開発がヒートアイランド現象を拡大、悪化させないように、ヒートアイランドアセスメントを実施する体制整備が重要である。さらに、ヒートアイランド現象緩和対策において、何を優先的に取り組むのか、各対策に対するプライオリティー評価が必要である。

都市における ヒートアイランド現象の緩和対策

山本 桂香
環境・エネルギーユニット

1 はじめに

2004年3月に策定された「ヒートアイランド対策大綱」の中では、ヒートアイランド現象を緩和する対策の一つの柱として、ライフスタイルの改善を図ることが謳われている。その具体的施策として、夏季の軽装推進が挙げられている。例えば環境省では、京都議定書発効を受け、今年（2005年）の6月から職場の冷房を28℃に保つために、冷房使用期間中、ノーネクタイ、ノー上着という軽装を「クールビズ」と称して奨励している。また、恒例になった「打ち水」大作戦が、今年も8月10日に全国で一斉に行われるなど、ヒートアイランド現象を緩和しようとする対策が進められている。このようなライフスタイルの問題とは別の視点として、都市計画そのものに対する議論が必要である。

我が国のヒートアイランドへの取組みを歴史的に見ると、1980年代頃に気象分野や地理分野といった理学分野でヒートアイランドに係わる研究成果が出始めた。1990年代に入るとこの現象は、建築、土木等の工学分野で都市の暑さ対策やエネルギーの問題として捉えられるようになり、都市計

画的視点から様々な検討が始められた¹⁾。これに対して、政策的対応は遅れ気味であったが、ここ数年は急激な進捗が見られる。環境省が2001年8月に「ヒートアイランド現象とは、都市の熱大気汚染現象」という見解を公表したことにより、ヒートアイランド対策は政策的課題として急浮上した。2002年3月には、『規制改革推進3か年計画（改定）』の中で「関係省庁からなる総合対策会議を設置するなど、総合的な推進体制を構築すると共に、ヒートアイランド現象の解消対策に係る大綱の策定について検討し結論を出す」等が閣議決定された。これを受けて、2002年9月にヒートアイランド対策関係府省連絡会議（環境省、国土交通省、経済産業省、内閣官房がメンバー、以下「連絡会議」という）が設置され、2004年3月に「ヒートアイランド対策大綱」が策定された。

また、2002年に策定された『地球温暖化対策推進大綱』の「6%削減約束の達成に向けた地球温暖化対策の推進」の中でも「ヒートアイランド対策を総合的に行うための取組みについて、普及

啓発を図る」という項目が明示されている。

一方、2002年7月に閣議決定された「都市再生基本方針」の中では、都市再生施策の重点分野の具体的施策例として、ヒートアイランド対策が掲げられている。このように、今やヒートアイランド対策は都市再生といった観点からも政策の表舞台に出てきた。

このようにヒートアイランド現象は、理学や工学の研究分野から次第に政策に結び付いてきた経緯がある。省庁を横断する連絡会議が設置されたように、ヒートアイランド対策は、1つの省庁では解決がつかない問題である。また、気象学、地理学、建築学、土木工学など様々な分野に亘る研究課題となっており、数多くの研究分野が関与している。それぞれの分野において現象の解明、対策技術の開発や施策への展開など多岐に亘って進められている。従って、これらの研究分野の幅広い知見を集結し、総合的な政策に係わる研究を行うことが急務である。

本稿は、特に都市計画的観点から、ヒートアイランド現象の今後の緩和策を探っていく。

2 ヒートアイランド現象

都市化とは、人口の集中、地表の人工物化、生活空間の地上・地下への拡大と言える。この都市化によって、放射収支、熱収支、水収支が改変され、都市特有の気候が出現することになる²⁾。

ヒートアイランドは、都市部の気温が周辺郊外よりも高温化する現象で、言わば都市とその周辺との気温の格差を示すものである。1830年代にロンドンなどヨーロッパで観測され、その後シカゴやニューヨークといった北米でも顕著となり、今やアジアの諸都市でも問題になりつつあるなど、ヒートアイランドそのものは、都市がある限り出現すると言っても過言ではない。現象そのものを解消することは困難であるが、問題はいかに緩和していくかである。ヒートアイランド現象は、気温上昇の要因となる地表面の被覆と人工排熱、地形や気象条件等の都市特有の構造等が相互に影響し、その発生メカニズムが複雑で未解明な部分が多い。従って、省エネルギー技術の採用や緑化による緑の確保等³⁾の個別の対策を実施してい

る段階にあるというのが現状である。

このような状況を踏まえ、今後、ヒートアイランド対策が効果的に実施できるよう、先ずは科学的裏付けとなる現象の解明や対策の効果といった定量的評価手法等の開発が急務である。

2 - 1

ヒートアイランド現象の現状と原因

(1) ヒートアイランド現象の現状

① 平均気温の長期的な上昇傾向

IPCC (気候変動に関する政府間パネル)^①による第3次報告書では、地球の平均気温は20世紀の100年間に約0.6℃上昇したことが指摘されている。一方、日本の大都市として代表的な6都市

(札幌、仙台、東京、名古屋、京都、福岡)においては、平均気温が2～3℃上昇しており、地球の温暖化の傾向に比べて、日本の大都市のヒートアイランド現象の進行傾向は顕著である。

② 昼間における高温化と熱帯夜の状況

高温化の傾向として、大都市部を中心として、気温が30℃を超える状況の長時間化と範囲の拡大(表紙カラー図一段目、二段目、図表1参照)、熱帯夜の出現日数の増加が見られる。

(2) ヒートアイランド現象の原因

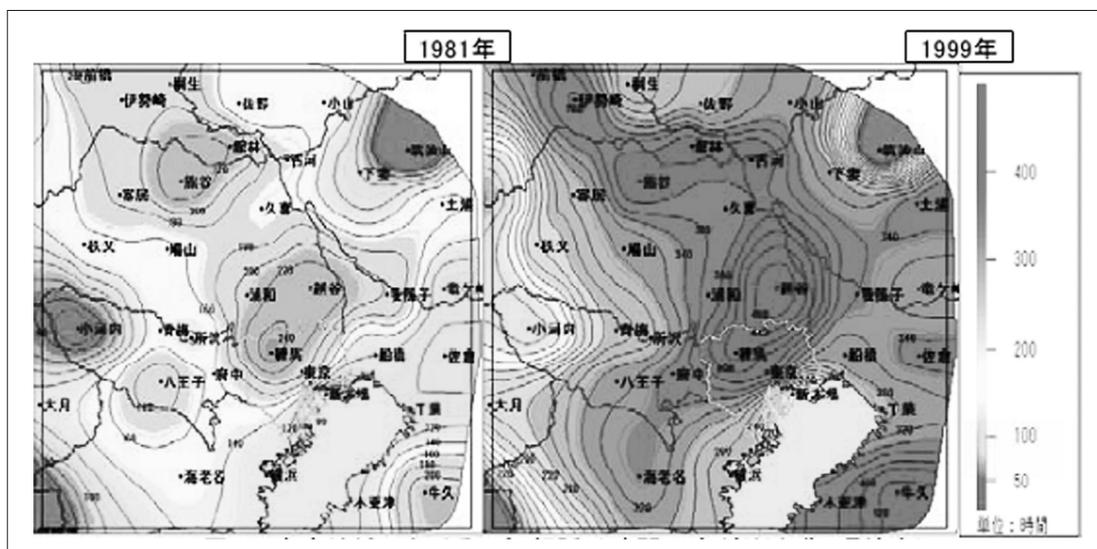
都市の気温を上昇させる要因として、以下の4項目が考えられている⁵⁾(図表2参照)。

用語説明

① IPCC (気候変動に関する政府間パネル)

世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)が共同で、気候変化に関する最新の科学的知見をまとめ、地球温暖化防止施策に科学的な基礎を与えることを目的として設立された国連の機関。

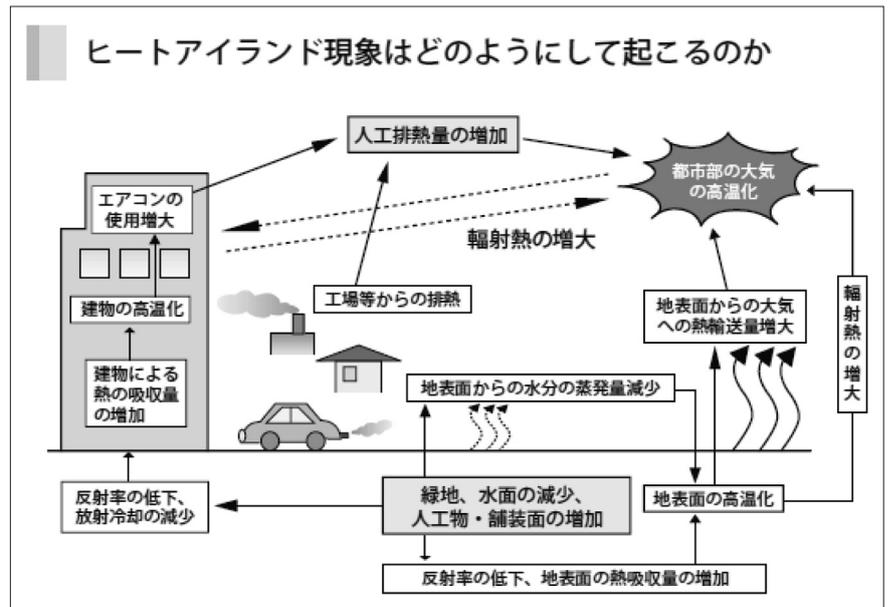
図表1 東京地域の30℃を超えた延べ時間数の分布⁴⁾(表紙カラー図参照)



1981年と1999年の7月から9月の各地点のアメダスデータから30℃を超えた延べ時間数を集計し、分布を等時間線で示したものである。

- ①人工排熱の増大
 - 都市域でのエネルギー消費に伴う排熱
- ②地表面被覆の変化
 - 緑地の減少に伴う地表の蒸発散能力の低下
 - コンクリート、アスファルト等の建材の蓄熱作用
- ③都市の構造
 - 建築物の密集等による熱のよどみ
 - 市街地の外延的拡大
- ④その他
 - 都市大気中の細かい塵や大気汚染物質による温室効果、等

図表 2 ヒートアイランド現象の原因⁶⁾



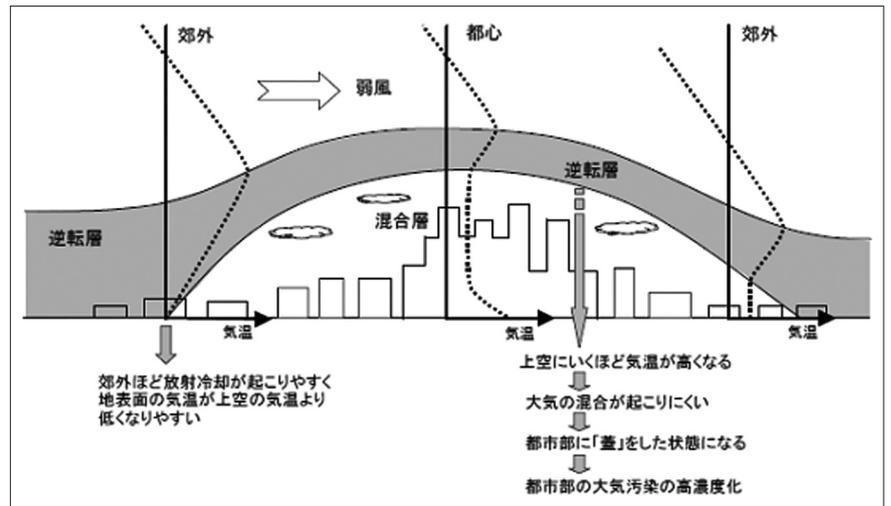
2 - 2

ヒートアイランド現象の影響

図表 3 冬季において逆転層が形成されたときの都市の内外における大気の模式図⁴⁾

(1)夏季における影響

昼間の高温化や熱帯夜の出現日数の増加に伴い不快さが増大している。高温化により冷房需要が増加し、それに伴い、エネルギー消費量が増加している。さらに、光化学オキシダント生成の助長や局地的集中豪雨との関連性も指摘されている。



(2)冬季における影響

冬季の弱風晴天時の夜間には、放射冷却²⁾によって逆転層³⁾が形成される。都市域の高温化により発生する上昇気流が、その逆転層に遮られて生じる混合層(ダスト・ドーム)⁴⁾を形成し、大気汚染を助長することが指摘されている(図表3参照)。

用語説明

②放射冷却

大気や地表面が赤外線放射の放出によって冷却する現象。

③逆転層

通常、気温は高度と共に低温になるが、逆に、高度と共に上昇している気層の状態。

④ダスト・ドーム

大気汚染物質が地表付近にドーム状に閉じこめられ停滞する現象。

(3)その他

地表面の改変に伴う蒸発量の減少により都市の乾燥化も指摘されている。

3 ヒートアイランド対策

3 - 1

ヒートアイランド施策の現状

2000年以降、地方自治体におけるヒートアイランド対策の体系化の動きが顕著となった。制度の事例としては、緑化を義務づけ普及推進を図る制度、緑化にかかる費用を軽減し普及推進を図る制度、屋上緑化で建築容積率を割増する制度など、全体的に緑化を中心とした施策が多い。

国レベルでは、2002年3月の「規制改革推進3か年計画(改定)」の中で、ヒートアイランド対策が閣議決定し、2002年9月に前述の関係省庁からなる連絡会議が設置され、2004年3月に「ヒートアイランド対策大綱」が定められた。

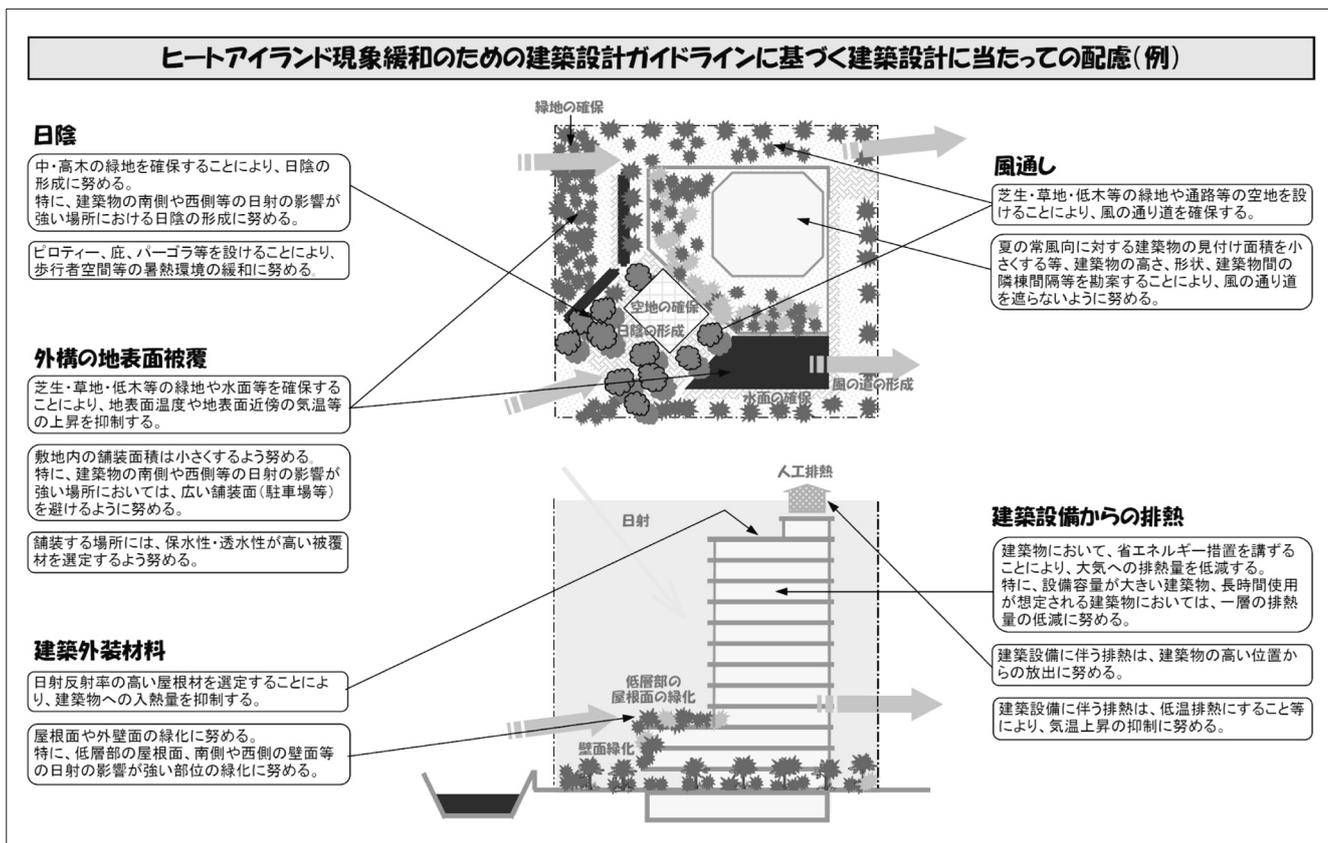
2004年7月に国土交通省は、上記「ヒートアイランド対策大綱」に基づき、建築物の建築主等がヒートアイランド現象緩和のための自主的な取組を行うための設計ガイドラインとして、「ヒートアイランド現象緩和のための建築設計ガイドライン」を策定した(図表4参照)。さらに、2005年7月には、この設計ガイドラインを受けて、建築物におけるヒートアイランド現象緩和方策の効果を具体的に評価するツールとして、ヒートアイランド現象緩和のための建築物総合環境性能評価システム(CASBEE-HI)が完成した。このCASBEE-HIは、建築敷地内の歩行者空間等の温熱環境を良好な状態に保つと共に、敷地外への気温上昇等に係る熱的影響を低減することを、ヒートアイランド現象緩

和のための環境性能として一体的に評価し、その評価結果を5段階のランキングで表示するものである。

一方、2004年12月に内閣総理大臣を本部長とする内閣官房都市再生本部において、都市再生プロジェクト(第八次決定)「都市再生事業を通じた地球温暖化対策・ヒートアイランド対策の展開」が決定された。2005年4月にはこの決定を踏まえ、「地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域」が選定された(後述)。

さらに、2005年2月に京都議定書が発効されたことを受けて、2005年4月に策定された『京都議定書目標達成計画』の中の「目標達成のための対策と施策」においても、「緑化等ヒートアイランド対策による熱環境改善を通じた省CO₂化」という項目が明示されている。

図表4 建築物の設計に当たって配慮すべき事項⁷⁾



3 - 2

主なヒートアイランド対策

「ヒートアイランド対策大綱」の中で取り上げられている対策は、①（都市活動に伴う）人工排熱の低減、②（都市の人工的な）地表面被覆の改善、③（建物配置など）都市形態の改善、④ライフスタイルの改善を4本柱として体系化されている。特に、社会・経済活動に密接に関連する緩和策として加えられたライフスタイルの改善として、夏季の軽装推進、自動車のアイドリングストップの推進等が挙げられている。

都市における夏季の暑熱現象は、都市が立地する自然条件など地域性が強く、対策は主として地方自治体が担うものとされている。対策は対象規模や時間スケー

ル（効果が現れるまでの期間）など様々なものがあり、その主体も、国、都道府県、市町村、事業主、個人など様々である⁸⁾。また、対策手法には、都市全体に亘る長期的なものと比較的短期に実施可能なもの、対策効果としては、地表面被覆の改善は熱帯夜（蓄熱）の抑制、排熱削減は昼間の最高気温の抑制などが考えられる。政府が枠組を作った対策を基に、地域性を鑑みて各地域にあった対策のあり方が必要となってくる。図表6はこれらの対策メニューを整理したものである。

顕著な効果が認められる対策としては、建物緑化（屋上・壁面）、保水性建材の適用、壁面の淡色化、高反射率の屋根材、建物排熱の地域レベルでの集中管理、公園緑地等の保全・整備、大規模な公園緑地の配置や業務施設の（卓越風な

などを考慮した）再配置など、が挙げられる。

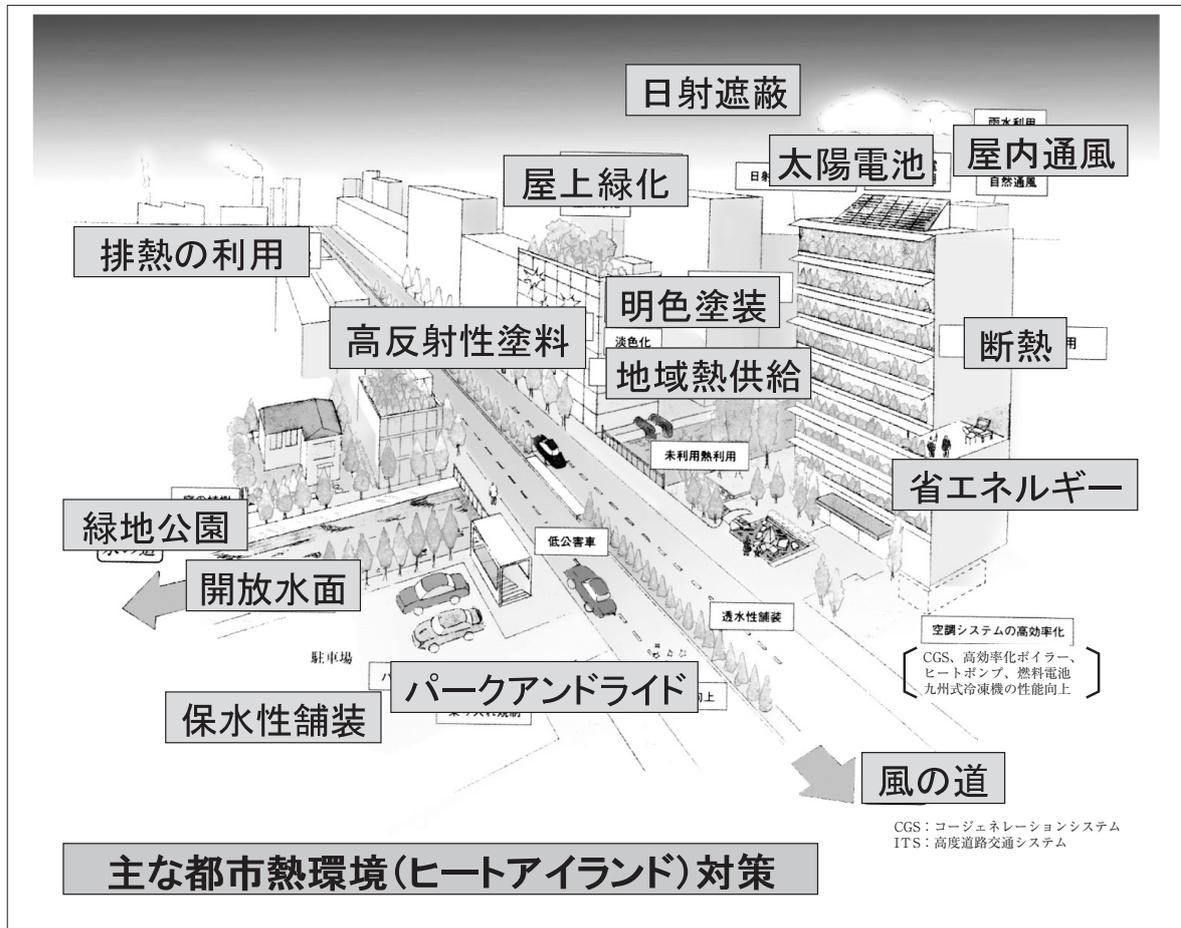
また、これらの対策は、(1)人工排熱の低減、(2)人工被覆物の改善、(3)都市形態の改善、と対象の規模が次第に拡大していき、期間も長くなっていく。対策効果も大きくなる一方で、主体も個人レベルから行政主体へと大掛かりになっていき、当然のことながらコストも増大することになる。このように、都市のヒートアイランド現象緩和対策は、都市計画的な手法での対応が必要となってくる。

3 - 3

「風の道」活用の可能性

注目されている対策技術の代表的なものとして、「風の道」をデザインするという考え方を以下に示す。

図表5 ヒートアイランド対策



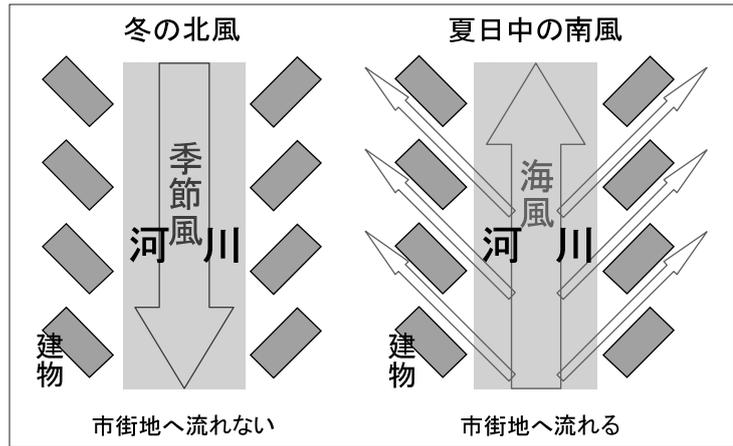
参考文献⁶⁾を基に独立行政法人 国立環境研究所 一ノ瀬俊明氏作成

図表6 ヒートアイランド対策メニューの分類例⁴⁾

対策メニュー	対象規模	期間	効果の特性		主体
			熱帯夜	昼間の高温化	
(1)人工排熱の低減(削減と代替)					
①エネルギー消費機器の高効率化					
OA機器、民生用家電機器の効率向上	個別	短期	B	B	個人、事業所、自治体
②冷暖房・空調システムの高効率化					
高効率な冷凍機、熱源機器の導入	建物	短期	B	B	個人、事業所、自治体
③空調システムの適正な運転等					
室外機の適正配置	建物	短期	B	B	個人、事業所、自治体
冷却塔の使用	建物	中短期	—	A	個人、事業所、自治体
夜間システム運転の自粛	建物	短期	A	—	個人、事業所、自治体
④建物の断熱、遮熱機能の向上					
高断熱建材の適用(内断熱)	建物	中短期	C	C	個人、事業所、自治体
高断熱・遮熱建材の使用(外断熱)	建物	中短期	A	D	個人、事業所、自治体
⑤建物緑化、保水性建材の適用					
建物緑化、保水性建材の適用(外断熱)	建物	中短期	A	A	個人、事業所、自治体
⑥壁面、屋根の反射率改善					
壁面の淡色化、高反射率の屋根材	建物	短期	A	A	個人、事業所、自治体
⑦交通対策の導入					
交通需要マネジメントや低公害車の導入	都市	中長期	B	C	個人、事業所、自治体
自転車など代替手段の活用	区	中短期	B	C	個人、事業所、自治体
⑧地域冷暖房の導入					
建物排熱の地域レベルでの集中管理	街区	中期	A	A	事業所、自治体
⑨未利用エネルギーの利用					
海水、河川水、地下水の利用	区	中長期	B	B	事業所、自治体
都市施設排熱の利用					
工場、地下鉄、ビル、発電所、変電所等の排熱利用	街区	中期	B	B	事業所、自治体
廃棄物からのエネルギー回収					
廃棄物発電・熱供給	区	中期	B	B	自治体
⑩自然エネルギーの利用					
太陽光発電	建物～都市	短～長期	B	B	個人、事業所、自治体
太陽熱利用	建物～都市	短～長期	B	B	個人、事業所、自治体
(2)人工被覆物の改善(顕熱輸送の削減と潜熱輸送の拡大)					
①舗装材の反射率・保水性の改善					
舗装材の色選択や透水性舗装の採用	都市	短期	B	B	自治体
②緑の確保					
公園緑地等の保全・整備	区～都市	中長期	A	A	事業所、自治体
街路空間の緑化	区～都市	中期	B	B	自治体
住宅の緑化	個別	短期	B	B	個人、事業所、自治体
③建物緑化、保水性建材の適用(顕熱の削減)					
建物緑化、保水性建材の適用	建物	中短期	A	A	個人、事業所、自治体
④開水面の確保					
小河川の開渠化や公園における水面の設置	区～都市	中長期	B	A	自治体
(3)都市形態の改善(移流の改善および総合)					
①建物配置等の改善					
ビルや道路の配置改善、風の道・水の道の積極的利用	街区～都市	中長期	B	B	自治体
②土地利用の改善					
大規模な公園緑地の配置、業務施設の再配置など	都市	長期	A	A	自治体
③エコエネルギー都市の実現					
エネルギーのカスケード利用・産民のエネルギー利用の有機結合	区～都市	中長期	B	B	自治体
④循環型都市の形成					
エネルギーや資源の有効利用、リサイクルを考慮した環境共生都市	区～都市	長期	B	B	自治体

《効果の特性》A：効果大 B：効果中 C：効果小 D：逆効果

図表7 河川沿いの「風の道」のイメージ

参考文献⁸⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

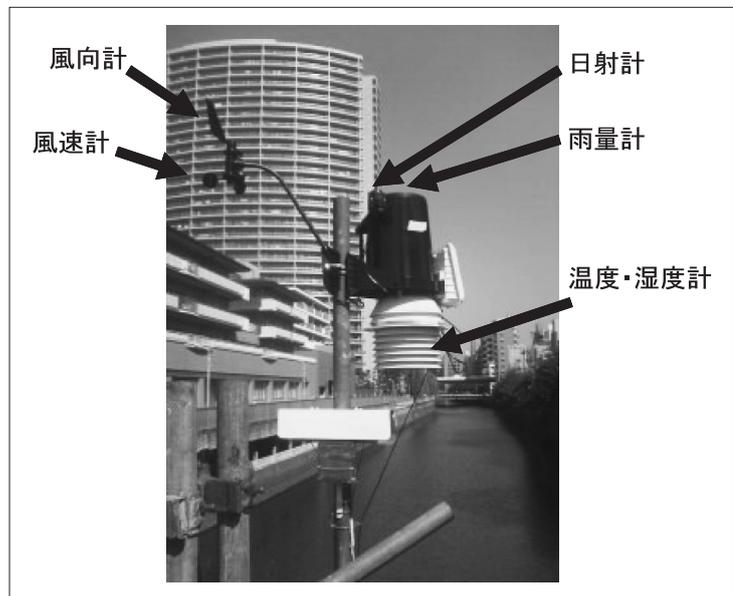
(1)河川を活用した「風の道」の確保

「風の道」の源となる風は、主に海陸風系、山谷風系などの局地循環風によるものである。「風の道」は次のような機能を持っている。①日中、海風のような気温の低い空気を積極的に都市内部に導き、都市気温の上昇を緩和する。②夜間、都市部に隣接した斜面や谷間から吹き降りる冷気流を都市内部に導き蓄熱した都市部の空気を冷却する。③海風や冷気流は一般には汚れの少ない空気であり、ヒートアイランド対策と同時に大気汚染対策にもなる⁹⁾。

特に河川は、このような海風の進入経路として有益と考えられている。河川が「風の道」となるという知見を都市のデザインに活かす方法としては、河川周辺の建物配列を変化させた際の河川影響（棟間における水蒸気圧と相対湿度の変化）の広がり方の違いを風洞実験で調べた事例がある⁸⁾。

建物が河川と平行な場合には、河川上に沿って流れる空気は建物で遮断されて市街地内に広がるができないのに対し、建物が河川と直交している場合には、河川上の空気が効果的に市街地内に進入する。さらに、建物方位を45度としV字型に配列した場合には、河川に平行な風の向きによって、まったく正反対の作用をもたらすことになる（図表7参照）。風向に対して末広がりの場合には効果的に広がり、反対の風向ではほとんど市街地へ進入しない。このような建物配列は、夏季日中の南よりの冷たい海風を積極的に市街地内に導き、逆に、冬季の北よりの季節風の進入を極力抑えるという、季節別の使い分けを可能とする実験結果がある。後述する東京都品川区では、この考え方の事業化が実際に進められている。

図表8 目黒川の気象観測装置（2005年7月28日14時24分筆者撮影）



写真奥が東京湾につながる。風向計が東京湾側を示している

(2)東京臨海部における「風の道」の探索

前述したように、大都市が海に面している日本では、都市上空の海風が都市を通り抜けること

で真夏の温度上昇の緩和につながると考えられている。これまで風の流れや効果を数値で予測する手法はなく、都市計画で風は配慮されなかった。そのため国土交通省は、国土技術政策総合研究所が中心となって、2005年7月下旬から2週間かけて、ヒートアイランド現象を緩和する働きのある「風の道」の大規模な実測調査を実施した。この調査は、2004年度から3ヶ年計画で取組まれている国土交通省総合技術開発プロジェクトの「都市空間の熱環境評価・対策技術の開発」（座長・尾島俊雄 早稲田大学理工学部教授）の一環である。東京駅周辺や汐留・新橋地区（港区）、品川地区、目黒川・

大崎地区（品川区）の4エリアの計約200地点で、風向や風速、温度、湿度等を測定し、高度による風向や温度の変化も調べた（図表8参照）。これらのデータをスーパーコンピュータでの計算予測と比較しながら、高層ビルや街路、公園、川などが風の流れや気温にどのような影響を与えているか現

在分析中である。この中で特に、「東京ウォール」^⑤の存在が指摘されている汐留地区の超高層ビル群による熱的影響範囲の検証は、ポイントの一つとなっている。調査結果は、今後の緑化や都市整備などのヒートアイランド対策に活用されていく予定である。

■用語説明■

⑤東京ウォール

東京湾沿岸に壁のように林立する高層ビル群が海風を妨げ、ヒートアイランド現象を加速させると言われている。

4 都市計画という観点からのヒートアイランド対策

ヒートアイランド対策に関しては、これまでも様々な知見の集積や技術開発がなされ、屋上緑化や壁面緑化をはじめ、保水性舗装や遮断性舗装といった環境舗装など多くのソリューションが開発されている。しかし、個別に屋上緑化や壁面緑化を行い、また、ある区間だけ環境舗装し、さらに、「打ち水」で一時的に気温が下がったとしても、散発的な取り組みでは抜本的なヒートアイランド対策にはならない。十分な効果を得るためには、ある地域全体で一斉にヒートアイランド対策を実行する必要がある。しかし、再開発、都市再生に関しては、社会的にも制度的にも合意形成過程が複雑である。以下に取り上げるモデル地域を指定したプロジェクトでの取り組みは、その意味で注目すべきものである。

4 - 1

地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域

政府は、2005年4月に、ヒートアイランドの改善につながる環境・エネルギー対策を盛り込んだまちづくりを集中的に実施するモデル地域として、以下の10都市・13地域を指定した。

この「地球温暖化対策・ヒート

アイランド対策モデル地域」（以下「モデル地域」という）は以下の趣旨で選定された。

- ①都市再生を進めていく中で、環境・エネルギー対策を組み込み、全国のモデルとなる先導的な取り組みを実施する地域として、都市再生緊急整備地域その他都市活動の集積している地域等を選定する。
- ②まちづくり施策と併せて、地球温暖化・ヒートアイランドの改善に資する環境・エネルギー対策等を、時間と場所を限り一体的・集中的に投入することで最大の効果を図ることを目的として、経済活力と良好な環境を併せ持つ都市の再生を目指し、京都議定書の目標達成にも貢献する。
- ③「モデル地域」で実施される先導的な取り組みについては、今後、各府省、関係地方公共団体、民間の施策を重点的に投入することでその集中度を一層高め、着実な推進が図られるよう努める。

選定の考え方としては、都市活動の集積している地域等で、まちづくり施策と地球温暖化対策・ヒートアイランド対策が併せて実施される地域のうち、①国、地方公共団体、民間の共同化・連携等により、一体的・集中的な取組がある地域、②未利用ストックや資源

の活用、高度な技術・ノウハウ等の活用など創意工夫を活かした先導的な取組のある地域、③取組の結果、効果的な環境負荷軽減が見込まれる地域、のいずれにも該当するものとしている。

以下、選定されたモデル地域の中で、東京都の取組みと、中でも大崎・目黒周辺地域の具体的な取組みを事例として取り上げる（図表9参照）。

4 - 2

東京都におけるヒートアイランド対策の推進

東京都では、2005年4月に、23区内におけるヒートアイランド現象の発生要因とされる人工排熱や地表面被覆の状況等が、大気と与える影響（熱負荷）を示した「熱環境マップ」（表紙カラー図三段目参照）を作成し、各地域特性に沿ったヒートアイランド対策に取り組んでいる。この熱環境マップは、区部における人工排熱や地表面被覆等の状況について、熱環境上の特徴から5つに類型化し、500mメッシュでプロットしたものである。特に、相対的に大気への熱負荷の大きい、類型Ⅰ（業務集積地域）及び類型Ⅱ（住宅密集地域）については、熱負荷の大きさに応じて色分けしている。このマップに基づいて、「ヒートアイランド対策推進エリア」（以下「推進エ

リア」という)として区部4ヶ所を設定している(図表10,11参照)。

具体的なエリア設定の考え方としては、①熱環境マップに基づき、大気へ与える影響(熱負荷)の大きい地域(業務集積地域及び住宅

密集地域)、②環境に配慮した民間開発を誘導できる都市再生緊急整備地域、③将来広範囲に開発が見込まれ、予めヒートアイランド対策を取込みながら、都市開発を計画的に誘導すべき地域、を設定

したとしている。この推進エリアでは、都市再生の一環として、民間再開発等における対策の誘導と共に、保水性舗装、壁面緑化、校庭芝生化等を重点的に実施していくこととしている。

図表9 地球温暖化対策・ヒートアイランド対策モデル地域¹⁰⁾

都道府県	モデル地域	主な取組の概要
北海道	札幌市都心地域	札幌駅前通の地下道整備や工場跡地再開発に併せ、雪冷熱エネルギー、バイオマスエネルギー、天然ガスコジェネを活用したエネルギーネットワークを構築。
	室蘭市臨海地域	土地区画整理事業区域を含む臨海地区に風力発電施設を設置。新規造成団地において新築住宅等に太陽光発電を集中的に導入。
東京都	都心地域	下水等未利用エネルギーを活用した都市廃熱供給処理システム導入、屋上等緑化、保水性舗装と散水等官民を挙げた地球温暖化、ヒートアイランド対策を実施。
	新宿地域	再開発事業等への環境配慮を内在化(建物の断熱性能の向上、屋上等緑化等)。新宿御苑を核とした地域の熱環境改善構想を作成。
	大崎・目黒周辺地域	目黒川を軸とした風の道の確保、保水性舗装やまとまった緑の確保等を盛り込んだ環境配慮ガイドラインの策定と地域を挙げた取組を実施。
	品川駅周辺地域	都市・居住環境整備重点地域である品川駅周辺の今後の開発に際し、風の道を含む新たな環境共生モデルを検討。大規模集合住宅等の建設に併せた建築物の省エネルギー対策、屋上等緑化を推進。
神奈川県	横浜市中心部・金沢地域	立体公園制度を活用した大規模な緑化や保水性舗装・散水のほか、自然エネルギー・廃棄物発電・バイオマスからエコエネルギーを製造し、電力のみでなく熱利用も視野に地域の事業所、住宅等に供給するネットワークを構築。
愛知県	名古屋駅周辺・伏見・栄地域	都市再生緊急整備地域における都市再生事業に併せ、地域冷暖房の導入や未利用エネルギーの活用を検討など地球温暖化・ヒートアイランド対策を集中的に実施。
大阪府	大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域	都市再生緊急整備地域における都市再生事業に併せ、未利用エネルギー(河川水)を利用した地域冷暖房、鉄道の整備に併せた公園・緑の整備など、水都・大阪の特性を活かした地球温暖化・ヒートアイランド対策を集中的に実施。
	守口市大日地域	都市再生緊急整備地域における大規模工場跡地の開発事業に併せ、太陽光発電施設の設置や透水性舗装、道路散水などを集中的に実施。
	茨木市・箕面市・彩都地域	大規模なまちびらきに併せ、カーシェアリング事業、太陽光発電等の新エネルギーの導入、緑化等を実施。
高知県	須崎市中央地域	津波避難路の整備・土地区画整理事業に併せて太陽光発電・風力発電を設置。廃棄物処分場跡地、公共施設等にも太陽光発電を集中的に導入。住宅や公共建築物等への高知県産材の活用と植林も推進。
福岡県	北九州市小倉・黒崎・洞海湾臨海地域	企業遊休地等の再開発や既存工場との連携により、環境共生住宅・地域冷暖房・風の道の整備、隣接工場のエネルギーの活用等、既存産業インフラの活用及び総合的なまちづくりと一体化した地球温暖化対策を集中的に実施。

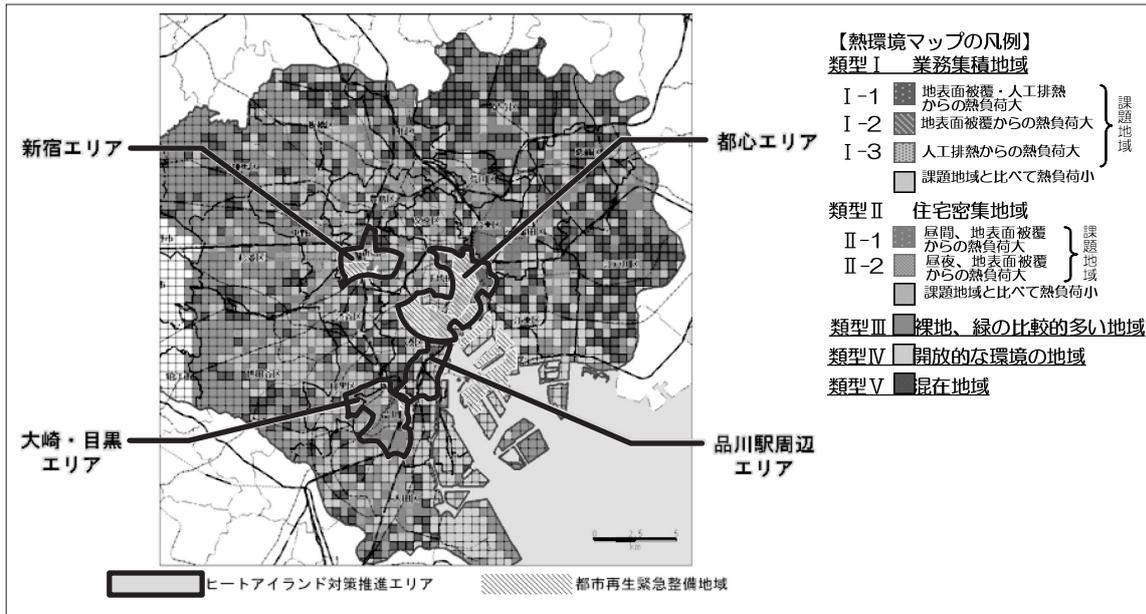
モデル地域の選定数は10都市、13地域

図表10 東京都における各推進エリアの概要

エリア	特徴	地域
都心エリア (業務集積地域対策) 約1600ヘクタール	業務ビル・アスファルト等の人工被覆面からの熱負荷、建物排熱が大きく、昼夜ともに気温が高いエリア	都市再生緊急整備地域(東京駅・有楽町駅周辺、秋葉原・神田、環状二号線新橋周辺・赤坂・六本木、東京臨海の一部)及び飯田橋・神保町地区、日本橋東地区等
新宿エリア (業務集積地域対策) 約600ヘクタール	業務ビル、住宅及びアスファルト等の人工被覆面からの熱負荷が大きく、昼夜ともに気温が高いエリア	都市再生緊急整備地域(新宿駅周辺、環状四号線新宿富久沿道)及び北新宿・百人町地区、高田馬場地区、富久町周辺等
大崎・目黒エリア (住宅密集地域対策) 約1100ヘクタール	密集住宅地において、地表面からの熱負荷が大きく、夜間においても気温が低下しにくい(熱帯夜の多い)エリア	都市再生緊急整備地域(大崎駅周辺)及び防災都市づくり推進計画における重点整備地域(林試の森周辺・荏原)周辺、大井町地区等
品川駅周辺エリア (開発計画での対策誘導) 約600ヘクタール	将来広範囲に開発が見込まれ、予めヒートアイランド対策を取込みながら、都市開発を計画的に誘導すべきエリア	国土交通省が「都市再生総合整備事業」における「都市・居住整備重点地域」に指定した地域

参考文献¹¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 11 熱環境マップとヒートアイランド対策推進エリア¹²⁾ (表紙カラー図参照)



また、東京都では2005年7月に、民間事業者や都民が、地域の熱環境に応じたヒートアイランド対策に取り組めるよう、①熱環境マップ、②地域特性別対策メニュー、③建物用途別対策メニューを取りまとめた「ヒートアイランド対策ガイドライン」を作成した。

さらに、東京都が設定した推進エリアが、国のモデル地域にも採択されたことを受けて、東京都としては、国の施策とも連携しながら対策を推進していくため、2005年7月に、国、東京都、関係区及び民間事業者といった広範な関係組織との協働を図るべく、「ヒートアイランド対策推進エリア協議会」を立ち上げている。

4 - 3

大崎駅周辺地域における目黒川を活用した環境負荷軽減への取組み

東京都品川区に位置している大崎駅周辺地域(60ha)は、2002年7月に都市再生特別措置法に基づく、都市再生緊急整備地域に指定されている。現在、地元の開発予定事業者や権利者といった民間が中心となって60ha全体でまちづくりを進めている。2005年

4月に指定された国のモデル地域は、この大崎駅周辺地域を含む約1,100haの指定となっている(図表9、10、11参照)。

2003年2月に、大崎駅周辺地域で開発を予定している地元企業・再開発組織などの関係者及び品川区などを構成員として、これまでのまちづくりの成果を踏まえつつ将来市街地像を共有し、都市再生特別措置法を活用し一体的なまちづくりを戦略的に進めることを目的として、「大崎駅周辺地域都市再生緊急整備地域まちづくり連絡会(以下「まちづくり連絡会」という)」が発足した。2004年11月には、まちづくり連絡会によって「大崎駅周辺地域都市再生ビジョン(以下「都市再生ビジョン」という)」が取りまとめられている。その中で、「目黒川を環境資源として活用する」(図表12参照)ことが戦略の一つとして掲げられている。

大崎駅周辺地域では、地球温暖化対策やヒートアイランド対策が都市再生の重要なテーマであることが認識されており、この地域の特徴的な立地特性を構成する目黒川を積極的に環境資源として活用することを重要視し、具体的に以下の点が挙げられている。

- ①目黒川を軸として、風の道確保やヒートアイランド現象緩和等に十分配慮した街づくりを進める。
- ②目黒川に面したにぎわい施設の配置などを積極的に推進し、水に親しめる街並みを形成する。また、親水護岸や広場、水に親しめる橋などの整備により、川と触れ合う空間をつくる。
- ③地域全体で共通認識をもって環境配慮に取り組むため、指針となる「環境配慮ガイドライン」を策定する。
- ④開発にあたっては、「環境配慮ガイドライン」を手引きとして活用し、ヒートアイランド現象などの環境負荷を低減することに努め、地域のポテンシャルアップを図る。

2005年7月には、上記を受けて、環境対策の共通の取組みであるヒートアイランド対策の実現に向け、地区内の各開発事業者が共通の認識を持って環境配慮に効果的に取り組めるよう、「大崎駅周辺地域における環境配慮ガイドライン」を自主ルールとして作成した。また、環境配慮の具体的方策についての手引きとして「環境配慮マニュアル」が取りまとめられた。

図表 12 目黒川を軸とした水と緑と風のネットワーク¹³⁾



品川区では、前述の「風の道」の考え方の事業化が実際に進められている。大崎駅周辺地域のまちづくり際に、目黒川に沿って川

上に向かって45度の角度で逆ハの字形にビルを建設する方針を決めた。この計画は、既存の区道が、川に沿ってほぼ同じ角度で残って

いたことに着目し、活用されている（図表12参照）。

5 海外における対策事例

(1) ドイツ・フライブルクにおける「風の道」

フライブルグ市は、ライン地溝帯の東端に位置し、このライン地溝帯が形成する平野部では一般に風が弱く、盛夏時の熱ストレス（暑熱による健康影響）や冬季の大気汚染が問題となっている。この地域には、昼には市街地の後背地（東方）に位置する谷を上る風系が、夜はこの谷から市街地へと吹き出す風系が卓越している。この夜間の卓越風系は、山地（森林や牧草地）で放射冷却により発生して細かな沢筋を下る冷気流であり、この風系を適切に市街地へ導き入れ

ることが、熱ストレスや大気汚染への対策として有効と考えられている。そのため、街路のパターンは、夜間の冷気流や日中の冷涼な北風を導き入れると共に、春季や秋季に顕著な南西寄りの強風を防ぐ構造となっている⁸⁾。

一方、近年欧州諸都市での気温の上昇が報告されているものの、2003年の欧州における夏の熱波は極めて例外的であると認識されており、日本に比べて夏季のヒートアイランド化に特化した問題の認識はそれほど強くはない¹⁴⁾。

上記のドイツの内陸都市における「風の道」は、むしろ弱風条件下や冬季の接地逆転層⁶⁾形成時に

おける大気汚染対策としての位置付けが高い。

(2) 米国におけるヒートアイランド政策

米国環境保護庁（EPA：Environment Protection Agency）は、1995年7月にシカゴ市が熱波に見舞われ、熱中症などにより700人を超える死者が発生するなどの事実を踏まえ、1997年にヒートアイランド緩和イニシアティブ

用語説明

⑥ 接地逆転層

夜間、放射冷却があると地表面の温度は下がり、それに接する下層の空気が冷やされ、気温は高度と共に上昇する。

ブ（HIRI：Heat Island Reduction Initiative）を制定した¹⁵⁾。その一環として、1998年に都市ヒートアイランドパイロットプロジェクト（UHIPP：Urban Heat Island Pilot Project）を立ち上げ、ヒートアイランドの実態把握及び啓蒙活動、ヒートアイランド緩和策の効果の定量化のために¹⁶⁾、パイロット都市として、ルイジアナ州バトンルーージュ、イリノイ州シカゴ、テキサス州ヒューストン、カリフォルニア州サクラメント、ユタ州ソルトレークシティの5都市が選定されている。

(3) 韓国における清溪川

（チョンゲチョン）復元事業

ソウル市の中心部では、極めて大規模な河川復元事業が進められており、世界的に注目されている¹⁷⁾。漢江に合流する延長11kmの清溪川（チョンゲチョン）は、1950年代に覆蓋道路化（暗渠化）され幹線道路となっていた。ところが、構造物の老朽化と環境問題から、ソウル市政府は2003年7月に、高架道路を5.8kmに亘って撤去し、道路の下にあった川をオープン化し、従前の自然河川の姿に戻す復元工事が着工された。この工事は、2005年内には完成予定である。都市におけるこのような大規模な清流の復活は世界にも類がなく、この事業の環境改善効果

として、交通量の減少による大気浄化や河川周辺の夏季における気温上昇の抑制効果のデータは、世

界的に見ても貴重である（表紙カラー図下段、図表13、14参照）。

図表13 東大門（ドンデムン）区域 復元前（2003年6月）¹⁸⁾



図表14 東大門（ドンデムン）近くのビルの屋上西側から臨んだ清溪川（2005年8月）（表紙カラー図参照）



独立行政法人 国立環境研究所 片岡久美氏撮影

6 ヒートアイランド現象の緩和対策への提言

近年、ヒートアイランド対策は、地球温暖化対策と共通の対策が必要であるということが認識されつつある。何故なら、地球温暖化と局地的な温暖化であるヒートアイランドとは、資源・エネルギーの大量消費などの原因が共通し、①建物の省エネ・省資源化、②省エネ型の交通システム、③緑地の回復、④都市の通風効果の改善など

の対策も共通する事項が少なくないからである。

東京都は既に、ヒートアイランド現象を地球温暖化と共に“2つの温暖化”として捉え、エネルギー消費の抑制といった省エネルギー対策が、CO₂排出の抑制による地球温暖化対策と、排熱抑制というヒートアイランド対策との両方に効果を有するとして、省エネ

ルギー対策を特に重点的に進め、省エネルギー型都市の構築を目指して取組んでいる。

ヒートアイランド現象そのものは、冒頭述べた通り都市がある限り出現する。特に日本は第二次世界大戦後、東京をはじめ多くの大都市において無秩序に都市開発が進んできたきらいがある。都市気候への影響を軽視した結果、大量

生産・大量消費型の都市生活システムが定着してしまった。その結果、昼間の高温化によって熱中症が増加し、熱帯夜の増加により涼しい夏の夜は失われ、その不快さは人間の許容範囲を超え深刻化している。このように形成されてきた都市に対し、今後の都市開発計画において、ヒートアイランド現象を緩和するための対策を講じていく必要があることは、最早異論の無い状況にある。

(1)都市計画という観点からの展開

ヒートアイランド現象の緩和には、環境技術による個別の対策のみならず、道路、河川、公園・緑地などのインフラ整備の面においても具体的な計画の策定が必要となっている。例えば、「風の道」のような局地循環風を考慮し、都市内に空気を移流させる対策は、土地利用計画や市街地形成などにおいて計画的・総合的に取り入れていくことが必要である。前述したソウル市の清溪川の復元は、そういった観点で世界的にインパクトを持った事例と言える。即ち、ヒートアイランド現象を緩和していくためには、都市をデザインしていく時点から、ヒートアイランド対策をマスタープランとして都市計画の策定に反映させていく必要がある。

一方、既に取組まれている都市再生事業に緩和対策をどのように展開していくかについても、自治体を中心となって、地域住民、地元企業等産業界へのアプローチを含め、対策の明確化が急務である。国の方針・施策を各自治体の政策に反映するために、情報の共有化をはじめ、地域全体で共通認識を持った取組みを推進していく必要がある。日本の多くの都市で、高度成長期前後に建設された建築物が、今後大量に更新期を迎え、都市再生の動きがある中で、この期を逃さずにヒートアイ

ランド対策を展開していくことが重要である。

(2)ヒートアイランド現象の

メカニズムの解明と緩和対策

①現象解明のためのモニタリングの強化

都市のヒートアイランド現象は、土地利用や人工排熱など様々な要因の結果である。都市計画の中で効果的なヒートアイランド対策を進めていくためには、地域の自然特性のみならず、地域の熱特性を把握し、地域固有の特性に応じた効果的な対策を選択することが重要である。

全国の人口過密な大都市やその周辺部の地域特性の実態を正確に捉えるためには、現在整備されている気象庁のアメダス (AMeDAS: Automated Meteorological Data Acquisition System) 測定点による観測密度では不十分と考えられ、より高密度の気象観測モニタリングが不可欠である。アメダスは、全国約1,300ヶ所(約17km四方に1ヶ所)で降水量を観測しており、そのうちの約850ヶ所(約21km四方)で降水量に加え、風向・風速、気温、日照時間を観測している。しかし、これを都道府県単位で見た場合観測地点は少なく、東京都(島しょ部を除く)では全域で10地点、区部では5地点に過ぎない。そこで、東京都では2002年度より都区内120地点に独自の観測システムを構築し、高精度・高密度の気象データ(気温・湿度等)を用いた詳細なヒートアイランドの実態解明に着手している。少なくともその他の政令都市においても、高密度気象観測モニタリングシステムの構築に着手すべきである。

この夏(2005年)東京臨海部で行われた実測調査が一時的なものに終わらず、冬季や次年度などにも継続され、また、東京以外の都市でも実施されることを期待する。

②緩和対策の評価のための

シミュレーション技術の開発

シミュレーションは、都市スケールでのヒートアイランド現象を予測する手法として不可欠である。そこで、総合的かつ計画的にヒートアイランド対策を講ずるために、対策を導入した場合の効果をシミュレートする技術の開発が必要である。

ヒートアイランド現象緩和効果の予測を行い、有効な対策を策定するためには、現在取組まれている、都市空間の熱環境を評価するシミュレーション技術の開発を進めるだけでなく、各研究分野で取組まれているシミュレーション結果の統合化が必要である。その結果、風の道、緑地の冷氣、屋上緑化、保水性舗装、遮熱性舗装等の様々なヒートアイランド対策の効果を評価することが可能となる。

③総合的なヒートアイランド

アセスメント手法の開発

都市再生事業等による都市開発がヒートアイランド現象を拡大、悪化させないように、ヒートアイランドアセスメントを実施する体制整備が重要である。その前提として、ヒートアイランドアセスメント手法の開発が必要である。

現在のヒートアイランド対策は、個別の要素技術の導入効果の定量化に関してのみ取組まれているが、都市全体に対する総合評価手法の開発が必要である。例えば、建築物は、都市の最も主要な構成要素であり、個々の建築物についてヒートアイランド現象緩和のために適切な対策を立てることは、都市全体のヒートアイランド現象緩和には重要である。しかし、現在は、個別の建築物の整備に関して建物単体の評価で終わっており、時間差で順次完成していく建築物に対して、今後は、ビル群や街区、地域単位での評価を行って

いく必要がある。このように総合的な評価を行える基準の開発が必要である。

(3)研究から政策展開へ

緩和対策の中で、何を優先的に取組むのかを明確にしていかなければならない。これまでは実行可能な対策から進めていくというのが常套手段であったが、長期的、大規模な対策も等閑視せず、取組んでいかなければならない状況にある。短期的、小規模な対策や研究は既にある程度着手されているが、効果があまり現れないということは、期待通りの効果は得られていないということが考えられる。各対策に対するプライオリティー評価が必要である。

長期的対策として、「風の道」といった局地循環風を考慮し都市内に空気を移流させるといった対策技術は、既に世界的に見て研究調査段階から実際の行政施策へと移行する段階にある。その意味でも、大崎駅周辺地域の日黒川が「風の道」となるという知見や、河川周辺の建物配列による風の影響のように、研究で実証されたことを、実際のまちづくりに活かすということは、画期的であり評価すべきことである。

特に、今回指定された全国の各モデル地域は、率先して様々な緩和対策を実践し、ヒートアイランド対策に関する知見を蓄積し、急激な都市化が進むアジアの諸都市を含め、他の地域に活かしていくことが重要である。

謝 辞

本稿をまとめるに当たり、独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センターの一ノ瀬俊明主任研究員、同研究所PM2.5・DEP研究プロジェクトの若松伸司プロジェクトリーダー、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻の花木啓祐教授、九州大学大学院

工学研究院地球資源システム工学部門の藤井光助教授、東京都環境局都市地球環境部の岡田朋和係長、同局自然環境部の西田裕子主事、品川区まちづくり事業部の神田実主査のご意見を参考にさせていただきました。また、財団法人国土技術研究センターの高橋宏幸主任研究員には、国土交通省総合技術開発プロジェクト「都市空間の熱環境評価・対策技術の開発」検討会の資料を、独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センターの片岡久美氏には写真を提供して頂きました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本学術会議 (2003) : 「ヒートアイランド現象の解明に当たって建築・都市環境学からの提言」 <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-18-t996-38.pdf>
- 2) 山下脩二 (2003) : 「ヒートアイランド」, 吉野正敏・福岡義隆編『環境気候学』東京大学出版会
- 3) 根本正博・小林博和 (2002) : 「ヒートアイランド対策技術の研究動向—エネルギー利用の視点からの分析—」科学技術動向 No.17
- 4) 環境省 (2001) : 「平成12年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について報告書(増補版)」 <http://www.env.go.jp/air/report/h14-01/index.html>
- 5) 坂真哉 (2004) : 「ヒートアイランド対策に寄与する都市空間形成技術の開発」国土技術政策総合研究所 <http://www.nilim.go.jp/japanese/report/lecture/kouenkai2004/image/saka1.pdf>
- 6) 環境省 (2000) : 「ヒートアイランド対策推進のために」(パンフレット) http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/panf01.pdf
- 7) 国土交通省 : http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/07/070719_2/05.pdf
- 8) 一ノ瀬俊明 (2003) : 「都市計画と風の道」, 吉野正敏・福岡義隆編

- 『環境気候学』東京大学出版会
- 9) 日本学術会議 (2005) : 「生活の質を大切にする大都市政策へのパラダイム転換について」(声明) <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-19-s1025.pdf>
- 10) 内閣官房都市再生本部 : <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tosisaisei/siryou/0411tiiki.pdf>
- 11) 東京都 : <http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2005/04/20f4b100.htm>
- 12) 東京都 : <http://www.2kankyo.metro.tokyo.jp/heat/maperia.html>
- 13) 東京都品川区 : http://www.2city.shinagawa.tokyo.jp/jigyoo/05/bijyon_s.pdf
- 14) 岩村和夫 (2003) : 「海外での取組み—(b)ドイツの事例」IBEC, No.138
- 15) 米国環境保護庁 : <http://www.epa.gov/heatisland/index.html>
- 16) 浦野明・森川泰成 (2003) : 「海外での取組み—(a)アメリカの事例」IBEC, No.138
- 17) ソウル市 : <http://japanese.seoul.go.kr/chungaehome/seoul/main.htm>
- 18) ソウル市 : http://japanese.seoul.go.kr/chungaehome/seoul/sub_html/4sub_03.htm

執 筆 者



環境・エネルギーユニット
山本 桂香
科学技術動向研究センター
<http://www.nistep.go.jp>

行政機関や企業の地球環境問題に関する取組みに従事。気候変動に伴う影響検出の研究も実施。現在気候変動に伴う科学技術政策に関心がある。品川区環境活動推進会議委員。その縁から環境問題を通じたサイエンスコミュニケーションにも興味を持つ。