

ヒートアイランド関連研究の成果と今後の課題

調査研究科 石井 康一郎

1 はじめに

過去 100 年間で東京の平均気温は、地球温暖化の影響とされる 0.7°C を上回り、約 3°C 上昇しており、大都市に特有の熱汚染（ヒートアイランド）が発生している。従来、ヒートアイランド現象は大気が安定している冬期に顕著に現れ、高濃度大気汚染との関連で注目されたが、最近では高濃度光化学オキシダントや局地的な集中豪雨の発生などの現象との関連が指摘されるなど夏期の温度上昇にも社会的な関心が高まっている。さらに、熱帯夜等の高温化による快適性の低下や熱中症増加にも関連が指摘されるなど健康への影響面が懸念されている。こうした状況に対して東京都は、2002 年 1 月に策定した「東京都環境基本計画」の中でヒートアイランド対策を特に取り組みを強化すべき戦略プログラムの一つとして位置付け、目標を『2015 年（平成 27 年）までに、熱帯夜の発生を現状の 30 日／年程度から 20 日／年程度に減少させる。』と設定し、施策の方向性を示している。その後『ヒートアイランド対策取組方針』で施策の方向性をまとめ、「ヒートアイランド対策ガイドライン」作成などにより対策の推進を図っている。

本稿では、このような施策や計画に基づいて当研究所が実施したヒートアイランド研究の成果をまとめ、今後取り組むべき研究的な課題を明らかにする。

2 東京都区部のヒートアイランドの実態

ヒートアイランド現象の原因とされる排熱の分布や地表面被覆の状態が地域によって大きく異なるため、気温上昇の原因や集中豪雨の発生メカニズム解明には、都心部の詳細なデータが必要となる。このため、都区部 100 ヶ所の小学校の百葉箱にデータロガー付き温湿度計を設置し、観測するシステムを構築した。この配置は概ね 2.5km に 1 箇所であり、気象庁のアメダスに比べ詳細な実態把握が可能となった。

観測結果から作成した気温分布図によると、日最低気温の分布は概ね人工排熱の分布と一致するが、図 1 に示した日最高気温の分布は高い地域が都心部から北西方向さらに内陸部まで広がり、また、東京湾沿岸部ではそれより 1°C 以上低くなっており、これが都区部ヒートアイランドの地域的特徴である。詳細に見ると区部における高温域は島状に形成され

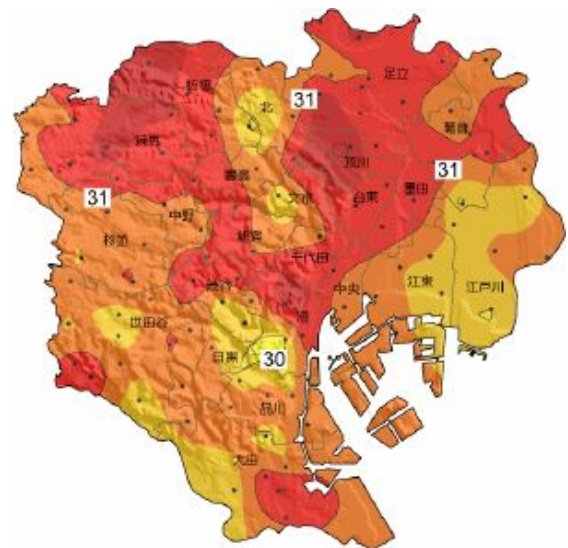


図 1 都内区部の日最高気温分布
(数字は温度、2004 年夏期の平均)

るのではなく、いくつかの高温域が局所的に形成されており、これらの高温域は日中の風の影響を受け移動するということも明らかになってきた。特に埼玉県境に近い地域は、夏期の日中に高温になりやすいが、しばしば風の収束域が発生し、注目されている地域でもあり、海風の侵入により高温域がどのように移動するかなど実態解明が必要となっている。

3 屋上緑化のヒートアイランド緩和効果

ヒートアイランド緩和には緑地の確保が有効な対策であり、都市公園の整備などの対策が掲げられている。しかし、都市部に新たに大規模な緑地を確保する事は困難であり、都は条例で新增改築時に屋上を緑化するよう義務づけ、対策に取り組んでいる。屋上緑化などの植物によるヒートアイランド緩和効果はサーモカメラにより可視化することにより理解しやすくなるが、対策を進めるためには、発生する顕熱や潜熱の大きさを測定するなど定量的なデータにより対策効果を明らかにすることが必要である。

本研究所庁舎屋上に、人工軽量土壌を 80mm 充填した軽量薄層の基盤上に芝、セダム等を植えた試験区、土壌区（各 4m×3m）及び対照区として無処理区（屋上面）を設け、各試験区では、日射量及び大気放射量などの外界条件、蒸発散量、放射特性ならびに温熱環境を測定した。

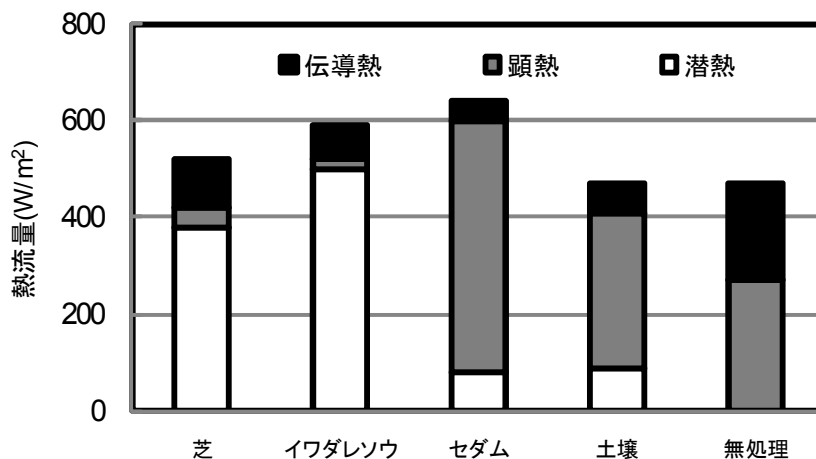


図2 試験区における熱収支測定結果（棒グラフの全体高さが正味放射量）

測定結果を図2に示した。無処理区では、正味放射量 (470W/m^2) の約 60% (270W/m^2) が顕熱に配分されていたが、芝やイワダレソウの試験区では潜熱が占める割合がそれぞれ 73% ($380/520$), 85% ($500/590$)（カッコ内は潜熱/正味放射量）と高く、温度上昇を抑制する効果が高いことが明らかになった。しかし、セダム区では、潜熱の発生が土壌と同程度で 80W/m^2 と小さく、蒸発散による緩和効果が低いことが明らかになった。

屋上緑化対策では植物によって太陽からの放射の多くを潜熱に変え、顕熱の発生を減らすことによってヒートアイランドを緩和する効果が生じており、その程度は植物の種類によって異なることが明らかになった。

4 緑地の緩和効果（シミュレーション結果）

今後、都が広域的に導入すると考えられる5つの対策（緑化、保水性舗装、高反射性塗料、道路交通排熱削減、建物排熱削減）を取り上げ、その2030年時点での導入率（量）をこれまでの公表資料等から想定し、(財)電力中央研究所で開発した数値モデルを用いて、

導入後の温度低減効果を計算・予測した。

2030年において、これらの全対策を実施した場合、日中の23区内平均気温低下量は約0.5℃となるが、都心エリア(16km²)平均ではその2倍弱の0.8℃である。都心エリアでの低下が大きいのは、保水性舗装を都心エリアにのみ想定したこと、敷地面積の大きな屋上緑化施設が都心に多いこと、都心は建物の排熱密度が高く排熱削減量が大きくなったこと等が原因と考えられる。また、5つの個別対策の温度低下効果は、日中14時では緑化が大きく、都心エリアでは保水性舗装や排熱削減効果も大きかった。

緑化の効果が大きいことから、都市を自然に戻した状態を想定し、①「市街地における建物屋上と地上の全面を芝で緑化したケース」と②「全ての道路交通排熱と建物排熱をゼロとしたケース」について、気温低下効果を試算した。

表1 対策導入前後の気温変化量

対策ケース	6時		14時	
	23区平均	都心エリア平均	23区平均	都心エリア平均
①全緑化	-0.35℃	-0.30℃	-2.53℃	-2.17℃
②全排熱削減	-0.57℃	-0.94℃	-0.53℃	-1.03℃

結果を表1に示した。6時の変化量は、ケース①で都心エリアでは-0.30℃、23区で-0.35℃であり、ケース②ではそれぞれ-0.94℃、-0.57℃であった。また、14時の変化量は、ケース①で都心エリアでは-2.17℃、23区では-2.53℃であり、ケース②でそれぞれ-1.03℃、と-0.53℃であった。緑化の効果は最高気温の低下に効果が大きく、人工排熱の削減は最低気温の低下に効果が大きかった。このように、対策によって効果が大きく表れる時間帯が異なることが明らかになった。

5 今後の課題

ヒートアイランド現象は未解明な部分が多く、今後の研究の展開に期待するところが大きい。ここでは2つの課題を挙げておきたい。一つは気温のモニタリング範囲を拡大し、排熱量が少ない区部北部に現れる夏期の高温域の移動を海風と関係づけてさらに広域的に解析することである。もう一つは、緑地の持つ冷却効果が大きいことをシミュレーション結果から示したが、遅れている都市公園のような大規模緑地の緩和効果を実験により定量的に評価する取り組みを進めることである。

こうした研究課題には、現実に実施された場合の対策効果を把握するとともに、具体的な実施方法の提案に結びつく成果が期待できるような取り組みが必要である。

用語説明

1) 熱収支

本稿の場合、太陽から放射され植物等に吸収されたエネルギー量を測定し、同時にそれが潜熱、顕熱、伝導熱等としてどのくらい消費されるかを測定する。顕熱として大気中に消費される熱量は気温を上昇させる、しかし潜熱は植物等からの水分の蒸発散に消費され、気温上昇に結びつかない。伝導熱は建物等の温度上昇に消費される。