

1 調査の目的と進め方

ヒートアイランド現象は、長年の都市化の結果として現れてきた環境問題であり、その解決のためには、総合的な対策を中長期的な視点に立って、計画的に実施していく必要がある。対策には行政が主体となって推進できるものもあるが、ヒートアイランド現象は地域性の強い問題であるため、その地域で活動する住民や企業が重要性を理解し、主体となって実行してもらわなければならないものも多い。また、各主体が実行した取組みの波及効果を高めるためにも、それぞれが連動して取組みを実施することが非常に重要であると考えられる。

そうした観点のもと、「都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想検討会」では新宿御苑とその周辺地域をモデルに、都市におけるひとつの資源・資産である広大な都市緑地で発生する「冷気」を活用して、周囲の熱環境を改善するシステム構築の検討を開始した。検討会では、緑地の冷熱効果を定量的に整理した上で、周辺地域の熱環境を改善する構想の検討を進め、最終的には他の地域へも応用することのできる地域熱環境改善構想として確立することを狙いとしている。また、その実践を通じた副次的効果として、都市住民の生活スタイルの変革、立地企業を含めた地域のイメージアップ、コミュニティの連携が創出され、街の魅力が高まることも期待している。

平成16年度は、構想の柱となる方向性を示すため、構想の基本となる緑地の効果に関する文献、熱環境改善プロセス、一般的な熱環境改善手法を整理することを目的とした。

表 1 - 1 平成 16 年度の検討のフレーム

	構成	検討内容
1 緑地の熱環境緩和効果	1・新宿御苑の熱環境緩和効果 2・緑地の熱環境緩和効果への影響要因	新宿御苑の熱環境緩和効果に関する知見の収集 その他緑地の熱環境緩和効果に関する知見の収集 緑地の熱環境緩和効果に影響する要因の抽出
2 地域の熱環境改善とは	1・熱環境を表す要素 2・地域の熱環境改善プロセス 3・地域の熱環境改善の方向性	熱環境を表す要素と体感指標の整理 熱環境改善プロセスの考え方の検討 対策に係る科学的知見の収集及び整理
3 地域の熱環境改善手法	1・熱環境改善手法とその留意点 2・地域の特性に応じた熱環境改善手法 3・熱環境改善手法の段階的整理	熱環境改善手法に関する手法の抽出 新宿御苑周辺地域のフィールドワークを通じた実態把握と改善手法の整理及び、緑地からの冷気と対応した地域分類と改善手法の具体的な活用方法の検討 都市を構成する各対象の規模に応じた手法の整理 検討
4 ソフト面での役割	1・普及促進のための啓発手法 2・各主体のソフト面での役割の段階的整理	初動期のプロセスの整理 改善を推進する関連団体（地域住民・行政・NPO など）の役割の整理

2 都市緑地の熱環境緩和効果

2.1 新宿御苑の熱環境緩和効果

面積 58.3ha の広大な都市内緑地である新宿御苑では、正午過ぎで約 2℃、朝夕で約 1℃ 周辺市街地と比べて気温が低いことが観測されており（2000 年夏）、その気温低減効果は 200～250m 程度の範囲に及ぶ。また、風のない夜間は御苑内の冷気のにじみ出しにより、周辺 80～90m の範囲において、市街地より 2～3℃ 涼しい環境が形成される。

夏期において、緑は日射を遮り、葉の表面での蒸発散に伴う表面温度の低下により気温の上昇を抑えるなど熱環境を改善する機能を備えている。樹木や芝の集合体である公園や緑地においては、周辺の市街地と比べて低温になり、周辺の気温上昇を緩和する効果があることが知られている。

本調査でモデルとしている新宿御苑は、大都市である新宿区及び渋谷区にまたがるように位置している。元来皇室の庭園として造られた庭園であり、現在は国民公園として環境省により管理されている。広さ 58.3ha、周囲 3.5km の庭は、フランス式整形庭園とイギリス風景式庭園及び日本庭園から構成されており、2 万本を超える樹木が生育している。

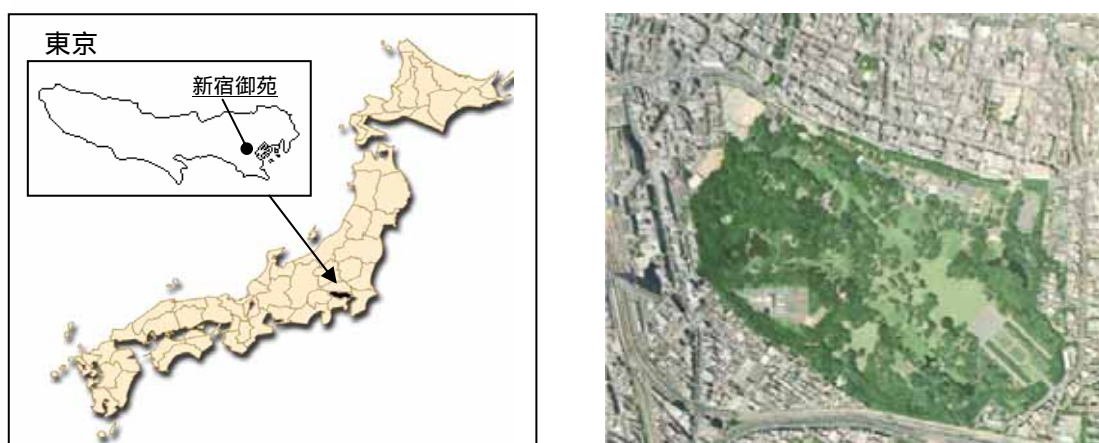


図 2 - 1 新宿御苑の位置とその周辺状況

新宿御苑における熱環境緩和効果は成田健一ら（2004）¹によって示されている。成田らは、2000 年夏の 8 日間、水平分布を測る測器を日中の卓越風向である南風を考慮した 3 本の南北方向の測線を含め、図 2 - 2 に示す 75 箇所設置し、計測を実施した。

¹ 成田健一・三上岳彦・菅原広史・本條毅・木村圭司・桑田直也：新宿御苑におけるクールアイランドと冷気のにじみ出し現象，地理学評論 第 77 巻第 6 号，pp.403-420，2004

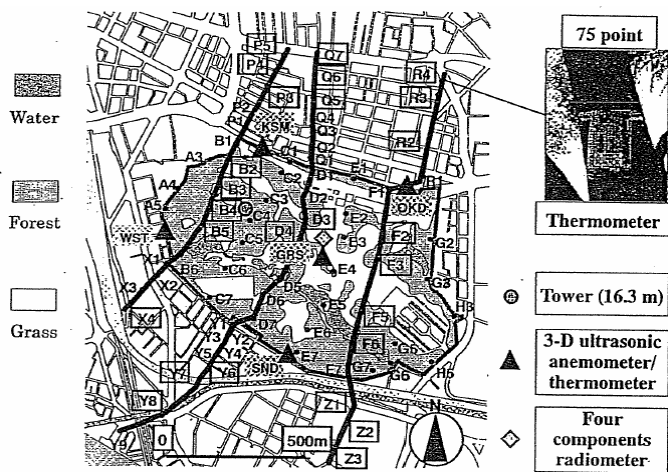


図 2 - 2 新宿御苑の土地被覆状況の概要と測器の配置

この計測により、以下の点が明らかになった。

図 2 - 3、2 - 4 で用いられている温度比は次式で求められ、温度比ゼロが御苑内平均温度、温度比 1 が市街地平均気温を意味する。

$$\text{温度比} = \frac{(\text{各測定点の気温}) - (\text{御苑内平均気温})}{(\text{市街地平均気温}) - (\text{御苑内平均気温})}$$

緑地内は日中、夜間ともに周辺市街地よりも低温なクールアイランドを形成する。

日中に南風が吹く場合は、風速による気温分布形状の差異は見られない(図 2 - 3 上)。風向別の全データの平均値での分布を見ると、南北両側ともに 200 ~ 250m 程度の緑地の気温低減効果が確認できる(図 2 - 3 下)。また、クールアイランド強度は朝夕で約 1、正午過ぎには約 2 にまでなる。

晴天静穏な夜間には、にじみ出し現象が認められ、緑地の境界から 80m ~ 90m の範囲に冷気が流出する(図 2 - 4)。この流出速度は 0.1m/s ~ 0.3m/s である。また、にじみ出し現象起きている領域では、緑地内とほぼ等しい温度レベルとなっており、隣接する市街地よりも 2 ~ 3 程度涼しい。

日中は、日陰をつくる樹林地帯が低温となるが、夜間は放射冷却により芝生面の温度が下がる。

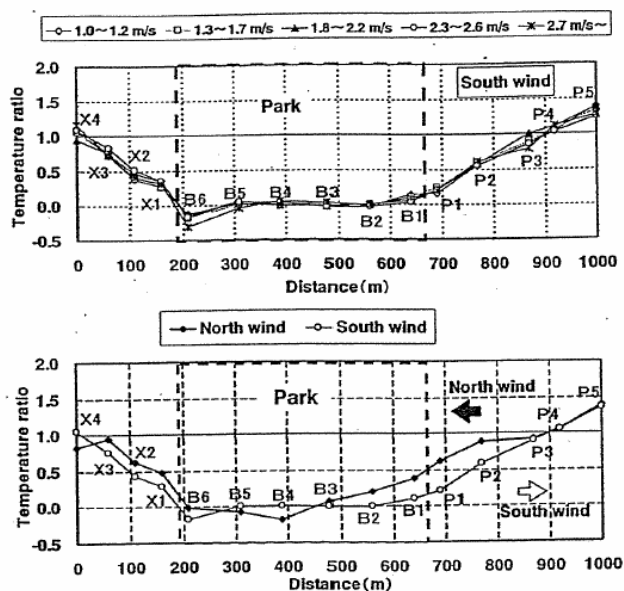


図 2 - 3 測線に沿った南北断面の温度比分布
 上段：風速ランクによる比較 下段：風向による比較

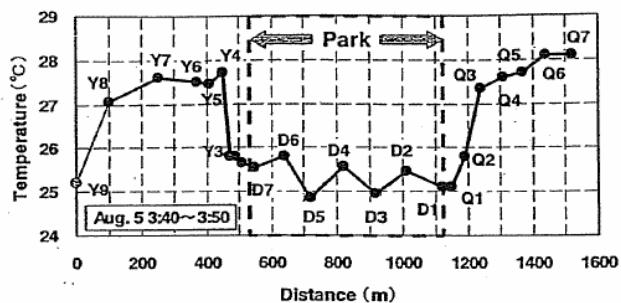


図 2 - 4 「にじみ出し現象」出現時の気温断面分布

現在までに行われている測定では、夏期における新宿御苑の風向と合わせて、南北の温度測定が重点的に行われてきており、東側住宅地等の熱環境改善を考える際にはその方角での気温低減効果・にじみ出しについても検証する必要がある。また、気温低減効果の及ぶ距離だけでなく、冷気の鉛直方向・厚さの測定も重要である。

以下の表に、一般的な緑地の熱環境緩和効果と新宿御苑における特徴を整理した。

表 2 - 1 緑地の熱環境緩和効果

		風なし	風あり
昼間	一般的な熱環境緩和効果		気温低減効果がある
	新宿御苑の場合		200m～250mの範囲で気温低減効果が見られる
夜間	一般的な熱環境緩和効果	にじみ出し現象	気温低減効果がある
	新宿御苑の場合	緑地の境界から 80m～90mの範囲に冷気がにじみ出す。にじみ出しの領域は 2～3 涼しい。	200m～250mの範囲で気温低減効果が見られる

2.2 緑地の熱環境緩和効果への影響要因

緑地の熱環境緩和効果は、緑地そのものの規模だけでなく、緑地の形態や緑地間の距離といった配置、樹木と芝など構成によって違いが生じることが考えられる。

一般に緑地とされるものであっても、その規模など様々である。緑地を活かした熱環境改善を行う際には、まずその緑地の熱環境緩和効果を把握する必要がある。また、ヒートアイランド対策を目的とした緑地の整備や改修を行う場合においても、その効果を定量的に把握することは非常に重要である。しかし、そのような検討はまだ十分とは言えず、今後更なる知見の拡充が必要である。

ここでは、既存の研究などから特に公園など面的に整備される緑地の熱環境緩和効果に影響を与える可能性があると考えられる要因を抽出した。

緑地の規模

都市緑地による周囲への影響については、様々な観測例があり、緑地の規模が大きいほど、気温低下の割合が大きいたことが示唆されている。例えば、神田ら(1991)²は、緑地、水面規模のスケールの大きく異なる3箇所で観測を行い、気温低下の割合が緑地の規模にほぼ比例する傾向を明らかにした(図2-5)。にじみ出し現象等についても、緑地の規模がその発生と影響範囲にどのような関係があるのか、今後着目していく必要がある。

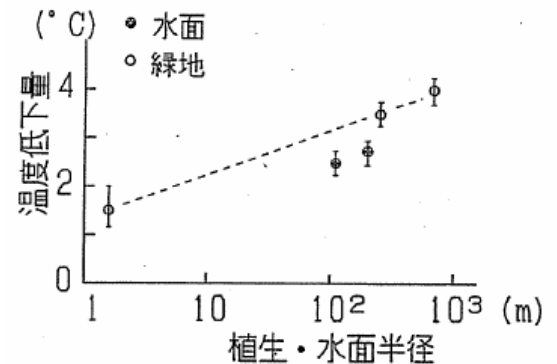


図2-5 冷源規模と気温低下量

緑地の形態・配置

例えば、本條ら³(2000)は、シミュレーションモデルを用いた分析を行っているが、緑地の面積が同じであれば緑地を複数に分散させることで気温を低下させる範囲が大きくなり、有効であると示唆している(図2-6)。

面積が同じ場合でも緑地の形状やその配置によって、熱環境緩和効果に違いがあるものと考えられ、今後着目すべき点である。

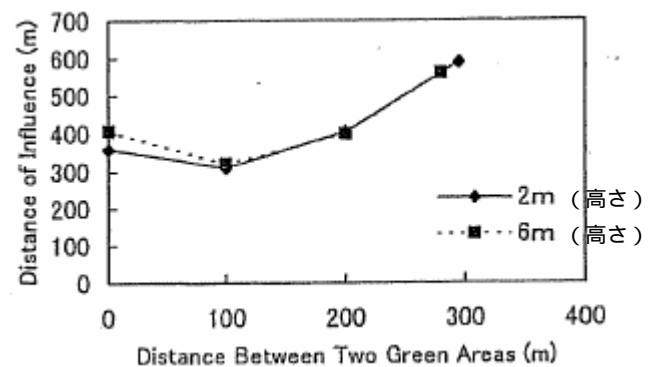


図2-6 緑地の間隔と影響距離

² 神田学・稲垣聡・日野幹雄：夏場に森林・水面が果たす気候緩和効果に関する実測とその周辺域への影響伝達機構に関する数値解析による検討.水工学論文集 35, pp.585-590, 1991

³ 本條毅・高倉直：都市緑地のスケール、配置変化に関する影響のシミュレーション解析、農業気象 56(4), pp.253-260, 2000

緑地の構成

梅干野ら（1984）⁴は、単木の計測から、日中においては蒸発散と緑陰により、温度が下がることを報告している。他方、芝生は図 2-7 のように夜間の表面温度は気温より低温になり、放射冷却が期待できる。このように、樹木と芝地では、その効果に違いがみられる。

また、Spronken-Smith ら（1999）⁵は、夜間における市街地と公園内の表面温度差（NPCI）と天空率（ s ）との関係を模型実験により分析しており、天空率が大きくなるほど表面温度の差は大きくなることを明らかにしている（図 2-8）。このことから、建物や樹木等が少なく天空率が大きいほど地面での放射冷却は大きくなることが示唆される。

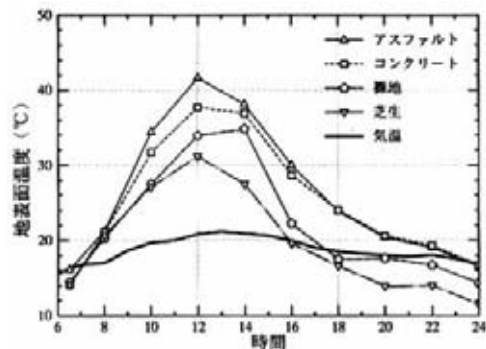


図 2 - 7 4 種類の地表の地表面温度の日変化

（出典：杉本・近藤，1994 地表面に近い大気の科学）

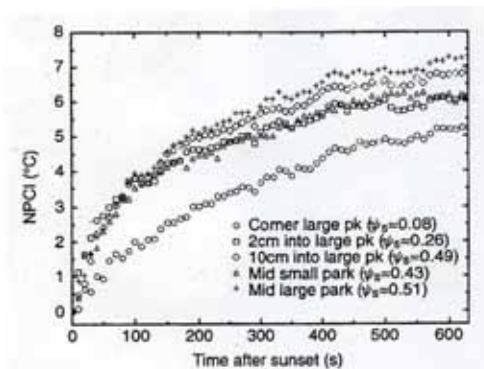


図 2 - 8 天空率の違いが及ぼす表面温度差

⁴ 梅干野晃・浜口典茂：大きな樹冠の単木樹による日射遮へいと樹冠下の熱環境実態，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.809-810，1984

⁵ R.A.Spronken-Smith and T.R.Oke：Scale Modeling of Nocturnal Cooling in Urban Parks，Boundary-Layer Meteorology 93，pp.287-312，1999