

1-1. 自主調査研究

文部科学省の科学研究費補助金の交付を受け、以下の研究課題を実施しました。

①ライシメーター法による実大樹木の蒸散量計測によるヒートアイランド対策への展開

実施年度：平成27年度 ～ 平成29 年度（予定）

1. 背景

樹木は屋外環境設計上の極めて重要な要素であり、特に暑熱環境緩和にはもっとも効果の高い方策である。この機能は、日射の遮蔽による緑陰の形成機能と、蒸散による潜熱消費による気温低減効果という両面によっている。このような樹木を都市の空間に適切に配置することにより、人間の活動域での熱ストレスを低減させ、いかに快適性を向上させるかが課題となってくる。

この課題に対応するためには都市における樹木、特に高木を、快適性確保と管理の両面から、最大ではなく最適なサイズ、規模による樹冠を形成しその効果を確認することが、快適な都市環境の形成のために重要である。

高木においては枝葉を拡げ大きな緑陰を作るものほど効果が高いが、都市空間においては枝が拡げられる空間を確保する必要があるだけでなく、植栽空間の管理にかかる剪定などの手間やコスト、管理上のリスクなど、多くの課題がある。研究代表者らは既報において、単木や樹林といった樹冠のまとまりの違いによる蒸散量の差異と気温等の環境条件の関係を整理している。蒸散量をもとに詳細な潜熱消費量の把握が可能となり、日射遮蔽の効果と切り分けての評価が可能となった。

本研究は、これまでの知見をもとに街路樹や公園等における都市樹木の最適な樹冠のサイズ・規格、および配置間隔を、実測およびシミュレーションの両面から検討することをめざし、これまで別個に検討されてきた、歩行者空間の暑熱快適性とメンテナンス上のリスクの評価を統合して、この両面から最適な樹冠の大きさ、高さを提案する試みを行う。

2. 目的

本研究は、公園や公開空地等に植栽されている都市樹木を対象として、人間の活動域でのストレスを低減させて快適性を向上させるため、最適なサイズ、規模によって形成された樹冠を「アーバン・クール・スポット」と呼び、その実現のための研究を以下の両面から行う。

1) ①都市樹木の最適な樹冠のサイズ・規格、および配置間隔を、実測およびシミュレーションの両面から検討し、②最適な樹冠形成モデルとなる実大サイズの樹冠を実際に作成し、③暑熱環境低減効果を中心とした効果を実測し、アーバン・クール・スポットの創出の有効性を検証する。

2) ⑤適切な樹冠の維持管理手法や、⑥市民の合意を得るための評価方法を検討することで、実効性のある、適切な樹冠形成による良好な都市環境の整備・普及に寄与するものである。

3. 研究の方法

(平成 28 年度までの実施事項)

(1) 単木の最適解の検討

「身近なレベルでの都市樹木」の快適性を評価し、クーリングポテンシャルを示すための最適解を検討する(図 1 参照)。

最適解を求めるための個々の項目において、性能を評価するが評価基準については数値化されているものは少ないため、数値化可能な項目においては、数値化を目指して検討する。

数値化可能な評価基準としては、以下について検討する。「樹冠サイズおよび樹形」「枝下高さおよび樹高」「樹冠密度、葉面積指数(LAI)」。

その上で、最適解に関する仮説として、以下を設定する。

- ・樹冠は位置が、高すぎない、傘上の樹木。
- ・樹高は最高 8m 程度までの範囲で維持、枝下高さは 2.5m 程度として地面に近い位置における効果を持続させる。

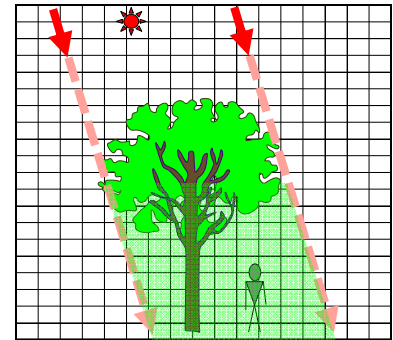


図 1 最適解のイメージ

(2) 適切な樹冠形成手法の検討

- ・成長が早すぎず、大きくなりすぎないような樹種の検討。
- ・決められた姿に樹形、樹冠を維持するための技術の検討。
- ・コンテナ栽培条件下での樹木による樹冠サイズの変化の確認。(1.2m 角のコンテナを用いた実大高木による蒸散量測定の先行研究の供試木(2012 年植栽)を、継続栽培の先行例として活用する。)

(3) シミュレーションによる最適解の検討

a) 単木の最適解のパターン比較

温熱環境上、適切と考えられる樹冠についての検討結果をもとにシミュレーションにて、①一本当たりの幅／②高さ(樹高、枝下)／③葉の密度、および風の透かし方の複数のパラメーターについて、複数のパターンにて比較を行い、最適解を導く。そのうえで、検討内容を上記 (1)単木の最適解の検討にフィードバックさせ、検証を深化させる。なお解析は CFD 解析(Computational Fluid Dynamics) + 3次元放射解析を用いる。この解析手法は、数値流体力学上の計算により都市に形成される複雑な熱や空気や風の流れを再現するもので、都市環境に関する研究で広く用いられている手法である。

b) 列植のパターン比較

列植状態での、最適解による樹木の状態をシミュレーション上で再現し、単木と同様に CFD 解析 + 3次元放射解析にて植栽間隔の比較検討を行い、最適な植栽間隔を検討する。

(4) 管理上の課題の検討

(2)および(3)による検討を踏まえて、実際の樹冠形成上の課題を整理する。特に安全面の確保、管理作業のコスト面、樹木の更新(伐採、植え替え)について、リスクコントロールの視点も含めて検討する。

(5) 最適な樹冠形成モデルの設定(温熱環境上、生育上)

温熱環境シミュレーションによる検討、および管理リスクの検討結果の両面を踏まえて、適切な、樹木の樹冠の大きさ、高さを設定する。

(6) 最適解に基づく樹冠形成モデルの検討

最適解に基づく測定場所として、最適解に近い樹冠を有する列植状の測定候補地を東京都内に2箇所、検討し、比較調査測定に向けた準備を行った。

(7) 効果の測定に向けた検討

夏季に、樹冠形成モデルの設置場所である樹冠の内外の複数箇所にて同時に測定し、それぞれの周辺の温熱環境の違いを分析するためのデータを取得するための項目として、以下について測定方法を検討した。①温湿度、②風速・乱流統計量分布、③葉面積密度や単位葉面積あたりの蒸散量(ポロメーター)、④暑熱指標(WBGT計)。

4. 今後の予定

樹木単木の効果について温熱環境改善を主眼とした都市樹木の最適な樹冠サイズ及び形状を検証した結果をもとに、最適な樹冠形成モデルとなる実大サイズの樹冠のもとでの温熱環境低減効果を中心とした効果を平成29年夏期に実測し、その有効性を検証していく予定である。

5. 対外発表等

(1) 国際会議等

Numerical study on effects of shape and leaf area density of urban trees on pedestrian thermal comfort

手代木 純 第八回独日都市気候学会議 2017年3月

(2) 国内学会等

温熱環境改善を主眼とした都市樹木の最適な樹冠サイズ及び形状の効果検証

手代木純, 持田灯, 新井千秋

アーバンインフラ・テクノロジー推進会議技術研究発表会 2016年

屋外生活空間における都市樹木の最適な樹冠形状の効果検証(その1)研究の目的と樹木パラメータの検討

手代木純, 持田灯, 弓野沙織, 内田大貴, 市林あゆみ, 新井千秋

日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 2016 NO.40501 2016年7月

屋外生活空間における都市樹木の最適な樹冠形状の効果検証(その2)樹冠形状・葉面積密度の変更が放射場・流れ場に及ぼす影響の分析

市林あゆみ, 新井千秋, 弓野沙織, 内田大貴, 手代木純, 持田灯

日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 2016 NO.40502 2016年7月

屋外生活空間における都市樹木の最適な樹冠形状の効果検証(その3) 樹冠形状・葉面積密度の変更に
よる各気象要素の変化が SET*増減に与える影響の分析

新井千秋, 弓野沙織, 内田大貴, 市林あゆみ, 手代木純, 持田灯

日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 2016 NO. 40503 2016 年 7 月