

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	都市熱環境からみたオープンスペースにおける樹木配置最適化に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	藤原邦彦
Author(English)	kunihiko fujiwara
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11649号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:浅輪 貢史,中村 芳樹,室町 泰徳,大風 翼,湯浅 和博,小林 秀樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11649号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	藤原 邦彦		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	浅輪 貴史	准教授		湯浅 和博	准教授
	審査員	中村 芳樹	教授	審査員	小林 秀樹	特任准教授
		室町 泰徳	准教授			
		大風 翼	准教授			

論文審査の要旨（2000字程度）

本論文は「都市熱環境からみたオープンスペースにおける樹木配置最適化に関する研究」と題し、以下の6章から構成されている。

第1章「序論」では、夏季における都市の熱環境改善策として期待できる樹木緑化に着目し、既往研究を概観しながら、樹木配置計画により熱環境改善効果が大幅に異なる可能性について言及したうえで、ランドスケープの設計実務の観点から、改善効果が最大となる樹木配置を計画の初期段階から提示できる手法の重要性について論じている。また近年の熱環境シミュレーションや数理最適化手法の進展を踏まえ、それらの都市環境計画への応用可能性について指摘したうえで、熱環境シミュレーションと数理最適化を組み合わせ、熱環境改善に適した樹木配置を効果的に探索する最適化手法を提示することを本研究の目的として述べている。

第2章「実測による単木の樹冠における熱収支の評価」では、樹木の熱収支の効果を計算モデルに組み込んだ熱環境シミュレーションを実施するために必要となる、単木の熱収支のデータを屋外実測により取得し、樹冠の顕熱・潜熱輸送量を定量的に評価している。蒸散速度の異なる2本の樹木の熱収支を連立させる手法を用い、単木の熱収支において重要なパラメータである樹冠の対流熱伝達率を、葉の三次元分布や揺らぎといった樹木の特性を考慮したうえで算出している。その対流熱伝達率を用いて算出した顕熱輸送量と、それとは独立して計測した潜熱輸送量の総和を異なる条件間で比較した結果より、日射環境が同等で蒸散速度の異なる2日間において、その差が5%以内に収まっていることから、求めた対流熱伝達率によって樹冠の熱収支が適切に評価可能なことを明らかにしている。

第3章「熱環境シミュレーションのための樹木の熱収支モデルの構築」では、樹木配置による熱環境改善効果を定量的に評価するうえで必要となる単木の熱収支の計算モデルを、前章の実測結果に基づき構築している。樹木の葉の三次元分布を地上からのレーザー計測により取得したうえで三次元の放射伝達解析を適用し、樹冠の放射環境を再現している。また、既往研究により得られた葉の気孔コンダクタンスモデルを樹冠全体に適用し、そのモデルパラメータを前章の単木を対象とした実測結果から同定している。さらに、前章の対流熱伝達率を樹冠に適用し、放射伝達解析と潜熱輸送解析、顕熱輸送解析を連立させることで潜熱と顕熱輸送量の算出を行った結果より、それら熱収支が実測と比較して7%以内の誤差で再現できたことから、本計算モデルにより樹木の熱環境改善効果が評価可能であることを明らかにしている。

第4章「最適化手法を用いた樹木配置が熱環境改善効果に及ぼす影響の評価」では、前章で構築した樹木モデルを熱環境シミュレーションに組み込み、さらに数理最適化手法を適用することで、夏季の熱環境改善効果の観点から、周囲に建物等が存在しないオープンスペースにおける最適な樹木配置の特徴を調べている。最適化の目的

関数として、暑熱適応の評価指標として平均放射温度（MRT）を、またヒートアイランド緩和の評価指標として蒸散速度を選定したうえで、樹木の量を評価する指標である緑被率との間のパレート解を抽出することで、最小の樹木量で最大の熱環境改善効果を得る樹木配置の特徴を求めている。東西に離隔を取り分散的な配置とすることが、同程度の緑被率でも MRT 低減と蒸散速度の増加に寄与するという結果がパレート解より得られており、原理に鑑みても妥当であることから、本最適化手法が、熱環境改善に適した樹木配置を効果的に探索できることを明らかにしている。

第 5 章「都市のオープンスペースにおける樹木配置最適化」では、前章で提示した最適化手法を建物に囲まれた実際の都市オープンスペースにおける樹木配置最適化に適用している。中高層の建物に囲まれたオープンスペースを対象とし、目的関数に、暑熱適応の指標として選定した MRT に加えて、景観評価の指標として、視野に占める天空と樹冠の割合を取り上げ、多目的最適化を実施している。最適化の結果得られた目的関数のパレート解を、類似した特徴を有する複数のクラスターに分け、それぞれのクラスターの特徴を詳しく分析している。そのうえで、オープンスペースにおける各目的関数の要求水準を設定し解を絞り込むことで、要求水準をすべて満たす樹木配置の特徴や、優先度の高い配置を最適化手法により明らかにしている。その結果に基づき、本手法が、オープンスペースの設計実務において、複数の目的関数を対象とした樹木配置計画の意思決定に役立てられる可能性を提示している。

第 6 章「結論」では、本研究の総括と今後の課題を述べている。

以上要するに、本論文は、樹木の熱収支を実測とシミュレーションにより定量的に評価し、その結果に基づき都市オープンスペースにおける樹木配置の最適化手法を提示したものであり、都市環境工学の学術分野とランドスケープの設計実務に貢献するところが大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。