

令和元年6月21日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05060

研究課題名(和文)量から質へのシフトを実現するための緑地の計画制度・設計手法・運用方法の研究

研究課題名(英文) Research on planning system, design process and management of green space to realize shift from quantity-based-planning to quality-oriented-planning

研究代表者

村上 暁信 (MURAKAMI, AKINOBU)

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：10313016

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,000,000円

研究成果の概要(和文)：都市緑地の整備に関しては、「量から質への転換」の必要性が各所で指摘されている。本研究ではこの課題に対して、「機能発揮は緑化場所の環境条件により異なる」ことが議論深化の最大の課題であると位置づけ、この課題を数値シミュレーションの活用によって解決し、計画手法の構築を目指した。実在都市街地を対象にした分析と、現在の各種制度の特徴と課題、運用プロセスの考察、それらの結果を統合した考察により、実効力のある計画プロセスを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究から、緑化率等の量的な指標ではなく、ヒートアイランド緩和そのものを条件とすることの必要性、ヒートアイランド緩和機能は場所によって大きく異なるため、一律の条件として適用することは困難であることから個別の開発案件ごとに誘導していくことの必要性が示唆された。個別の開発案件での誘導においては、協議調整プロセスの導入の可能性が示唆されたが、同時に、プロセスにおいて強く開発者に求めることのできる地区別のガイドラインなどの上位計画において、環境への配慮を含めていく必要があることが示唆された。これらの知見は現在実際の自治体の計画策定プロセスで実現に向けた検討を進めており、他地域への展開も期待される。

研究成果の概要(英文)：With regard to the development of urban green spaces, the need for "conversion from quantity-based-planning to quality-oriented-planning" is strongly needed. In this research, based on the assumption of that green spaces exhibit their environmental functions differently depending on the surrounding condition, solving the problem by using numerical simulation, establishing the sound planning system was aimed at. The analysis on the real urbanized area, the characteristics and problems of the present various planning systems, the planning process, and the consideration that integrates those results, we proposed a planning process with effective improvement.

研究分野：ランドスケープ科学

キーワード：緑地計画 ヒートアイランド 都市緑化 環境シミュレーション

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19, CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

都市緑地の整備に関しては、「量から質への転換」の必要性が各所で指摘されている。今日の都市計画やまちづくりにおいて「みどり」の創出は重要なものとして位置づけられており、市民の関心も高い。そのため多くの自治体で緑化に関する計画がたてられている。また開発に際しての緑化の義務付けがなされている。しかしそこでは「みどり」の創出を緑化率や緑被率などの指標で誘導しようとしている。一定基準の数値を満たすことを求めたものであり、「量」の確保を目指したものであるといえる。量から質への転換が指摘されている中であっても、「質の高い緑」の計画的整備手法については、議論が深化していないのである。

研究代表者は従来から数値シミュレーションによる評価を通じて、都市に存在する緑のヒートアイランド緩和効果を分析してきた。一連の研究を通じて、緑被率と緑のヒートアイランド緩和効果の間には相関がみられないことが明らかとなった。両者に相関がみられない理由は、市街地では多くの樹木が日射が当たらない建物の陰などの元々ヒートアイランドを引き起こさない場所に植栽されているために、緑被率が上がってもヒートアイランド緩和には影響を与えない、ということにある。すなわち、緑の機能が発揮される度合いは、周辺建物の影響などにより場所によって異なる。このことから、都市整備においては量を基準として緑の創出を議論することには実質的な意味は少ないとの考えに至り、今後は緑被率という指標に依存するのではなく、実際の効果に基づいた検討、及び整備の誘導が必要であるとの考えに至った。

2. 研究の目的

実際の効果に基づいた緑の検討、及び整備の誘導を考える際に、「機能発揮は緑化場所の環境条件により異なる」ことが大きな課題となる。そこで本研究では、この課題を数値シミュレーションの活用によって解決し、計画手法の構築を目指すこととした。また計画制度だけでなく、デザイン手法、運用方法を同時に考究することで、実際の環境改善に資する、実効力のある計画プロセスを提示することを目指した。そこで本研究ではまず A) ~ C) の基礎的分析とデータ作成を行ったうえで、質を高めるための制度設計と運用プロセスについての考察を行うこととした。

A) 都市緑化に関する制度及び運用の整理

議論の前提となる緑化計画に関する各種制度、特に各自治体の緑化条例の内容とその運用の実態について調査する。

B) 緑のヒートアイランド緩和効果の違い

場所によってヒートアイランド緩和効果の違いが生じるが、その違いがどのような性質（建物密度や高さなど）、要因から生じるかを熱収支シミュレーションを用いて分析する。

C) 周辺環境の変化によるヒートアイランド緩和効果発揮の変化の検討

建物が高層化すれば、その隣接敷地では熱環境が大きく変化する。そのため、建物更新の時間変化を考慮してまちづくり、環境設計を考える必要がある。この検討を行うために、B) で示される緑の効果が周辺開発によってこれまでどのように変化してきたのかを分析する。

質を高めるための制度設計

B) と C) の成果から、建物密度等の都市空間の特性ごとに、緑の環境保全機能を発揮するための制度の要件を考究する。

運用プロセス

A) の成果を用いて、制度に基づいて行政が指導できる内容、その効果を評価し、環境改善を達成するためのデザイン検討、事前協議の内容を検討する。

3. 研究の方法

A) 都市緑化に関する制度及び運用の整理については、全国の主要都市における総合設計制度での緑化の扱いや、緑化条例を中心に、緑化に関する諸制度の内容と、緑化の指導の内容について調査する。自治体の緑化条例では、現在緑被率をはじめとする緑の量を使って基準を定めているが、その計算方法には違いがある。例えば、東京都の条例では樹木の高さに応じて緑被面積を換算する手法を採用しているが、横浜市では植栽地の面積を基準としている。その結果、東京都では横浜市に比べて、高木植栽と樹冠下の空間利用にインセンティブが働くと考えられる。このような違いの意図、条例制定の経緯を調査するとともに、それらを基に実際に行政がどのような指導を事業者に対して行っているか、行っているかを調査する。指導の内容については、特に東京都の「公開空地等のみどりづくり指針」とそれに基づく協議を取り上げて、緑地環境整備のための協議が有する意義と課題を考察する。

B) ヒートアイランド緩和効果の違いについては、東京都港区の地区を選定し、緑が実際に熱環境改善に貢献しているのかをシミュレーションを用いて評価する。評価は、3D-CAD 対応型熱収支シミュレーション (Thermo Render 4, A&A 社製) を用いる。当該シミュレーションは浅輪が開発したものであり、建物や地表面の空間形態や構成材料を再現することで、街区の熱環境、ヒートアイランド負荷を予測・評価することができる。まず対象地の詳細な建物構造、部位ごとの断面構成、材料に関する情報を有した 3D-CAD モデルを作成する。モデル作成に際しては、市販の 3D 建物データを購入してベースマップとして利用する。緑の効果に関しては、「現状」と「現状から緑を除いた状態」(以下、緑無) についてヒートアイランド負荷を算出し、その差

から緑の熱環境改善効果を評価する。

C) 周辺環境の変化によるヒートアイランド緩和効果発揮の変化の検討

広域な地区における建築物の更新は長い年月をかけてバラバラに進行する。しかし建物が高層化すれば、その隣接敷地では熱環境が大きく変化する。緑化等によりヒートアイランド対策を講じ、それにより容積割増を受けたとしても、数年後に南側に高層の建物が建設されれば対策が無意味になることも多い。従って実際の環境改善を実現するためには、建物更新の時間変化を考慮してまちづくり、環境設計を考える必要がある。そのためには、隣接地での開発により、熱環境がどの程度変化し得るのかを予め理解する必要がある。そこでB)の分析に加えて、対象地区の過去の状態を再現し、緑の機能が建物更新等によってどのように増減するかを分析する。

A), B), C)の成果を総合し、質を高めるための制度設計のあるべき姿と望ましい運用プロセスについて考察する。

4. 研究成果

A)については、全国の「緑化に関する条例等」の内容を調査することによって、どのような具体的な規定を行っているのかを把握して制度の特徴を分析すると同時に、制度が物理量のみ増加を意図しているのか否かを確認し、また制定年代と名称を調べることで具体的な規定が時代すなわち社会的背景に応じてどのように変化しているのかを把握することによって、これからの時代に対応した制度設計について考察した。その結果、緑化に関する条例等は、一定の行為に対して満たすべき緑化率を規定するという単純な枠組みで議論されているのではなく、緑化誘導対象規模規定、緑化誘導対象分類規定、緑化率算出規定、緑化量算出規定、緑化配置誘導規定、建築物上緑化誘導規定、補足的緑化誘導規定、の7つの規定から構成されていることが示された。屋上緑化や壁面緑化はその中の建築物上緑化誘導規定に含まれていた。

全ての自治体が緑化率算出規定を保持していたが、その内容を確認した結果、全ての対象事業に適用されるという条例等の性格上、複数の選択肢が用意され、その選択が事業者に任せられる形になっていた。そのため緑地面積が主眼視され、必ずしも効率的に望ましい緑化、効果の高い緑化を誘導できていない事態が発生してしまうことが示唆された。

また各自治体は上記7つの規定をすべて採用しているのではなく、自治体の課題認識に応じて様々に変化していること、条例等は緑に対する社会的要請を表現していることがそれらの制定年や名称から確認された。現在に至るまでの概ね4期に分類できることが示されたが、緑化を規定する7つの規定のうち採用されている規定数が時代と共に増加しているといった変化は認められず、概ね似通った構成になっていた。その一方で、緑化配置誘導規定に独自のインセンティブを導入している事例も存在することが明らかになった。

さらに、東京都のみどりの計画書協議を取り上げ、その実態と課題を把握することにより、民有地緑化誘導における協議調整プロセスの有用性や課題、またみどり独自の事情や課題点を考察した。東京都の行政文書(「公開空地等のみどりづくり指針の手引き(以下「手引き」))の分析、東京都の協議担当者・協議経験のある民間事業者(設計者3名)へのヒアリングにより、協議の概要や運用実態、東京都・事業者それぞれの協議に対する考え・戦略等を把握した。また協議調整のプロセスにおける事業者への行政側の働きかけの内容とその強度を評価するために、本研究のために模擬事例2件を作成し、さらに実在事例1件について東京都に詳細なヒアリングを行い、具体的な協議の流れや東京都の考え方などを把握した。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) みどりの計画書協議が、緑空間の快適性や周辺の緑との連続性、周辺地域のニーズへの対応など、定量的緑化基準では誘導できない内容について事業者に検討させる場として機能している。
- 2) 事業毎に、上位計画や周辺状況の分析を重視した計画を誘導することによって地域性に配慮した柔軟な誘導が行われていると考えられる。こうした上位計画や周辺状況の分析等を根拠とした誘導は、専門家による指導や市民参加による意見聴取などの手続きのない現状の制度の中では、採用し得る最も妥当なものである。
- 3) 事業者にとっては定量的緑化基準をクリアすることも必要であり、東京都側もそれを配慮して緑化による効果の薄い場所又は生育上厳しい場所への緑化を容認したり、局地的に解決できない場合は他の場所での補完を認める等、緑化の位置や手法に幅を持たせた誘導となる可能性があることが明らかになった。緑は定量的基準によって絶対量が定められているため、敷地内の他の場所での振替・補完という発想が生じやすいものと考えられる。
- 4) みどりの計画書協議の完了後のモニタリングは行われていないため、維持管理の状態や空間の質の状態の変化は把握されていない。植物の生育状況は空間の質を大きく作用するものであり、また現実の空間がどのように利活用されているかという情報は、今後の協議に重要なものとなるため、モニタリングの方法についての検討が必要と考えられる。

B)については、C)で周辺環境の変化の影響を考察することを目的に、開発による変化が激しい東京都港区日比谷地区に分析対象地区を設定した。空間変容及び関連制度の変遷をもとに、6つの観測時点を設定した。過去の空中写真や街並みを撮影した写真を収集し、それらをもと

に建物や道路、緑被を 3D-CAD によって再現した。その際、各構成要素の高さについては連続する空中写真を実体視することで判断した。建物外皮を含む各表面で熱収支を計算するためには、各表面の断面構成と使用材料を設定する必要がある。そこで各時期に東京の都心部で撮影された写真や設計資料を集め、対象地内の各種建物や道路と同等と考えられるものを参照することで材料等を設定した。その後、3D-CAD 対応熱環境シミュレーションツールを用いて各時点の表面温度分布を算出し、大気への顕熱負荷と生活空間の熱的快適性の 2 つの観点から市街地熱環境の変化を分析した。その際、熱的快適性は平均放射温度(MRT)を用いて評価した。

6 時期の全表面温度分布及び顕熱負荷を比較した結果、日中の顕熱負荷は戦前期が最も高かったことが示された。しかし戦前期は日没後に顕熱負荷が急速に下がり、夜間はマイナスの値となった。RC 造の建築物が増えると、日中の顕熱負荷は低くなり、同時に最大値を示す時間帯が正午から遅れるようになった。また日没後も顕熱負荷は下がらず、一日を通じてプラスの値で推移した。これらの傾向は、構成材料の熱容量の違いがもたらしたものと考えられる。熱的快適性については、戦前期の小規模建物が多く存在した市街地では一様に MRT の低い空間が分布していた。RC 造の大規模建築物が増えると MRT は高い値と低い値が混在するようになった。また、現在の対象地内で MRT が低い場所を確認したところ、植込みが置かれたり、仕切りがなされるなど、必ずしも人が利用できるようにはなっていないことがわかった。

一般的にヒートアイランド問題が悪化していると言われるが、本研究の結果から、その変化は熱帯夜を生じさせやすくなるという変化であり日中はむしろ戦前期の方が顕熱負荷が大きかったこと、現市街地においても熱的に快適な空間が創出されているが、そのような空間は必ずしも利用可能になっていないことなどが示唆された。また、緑のヒートアイランド緩和効果の分析結果から、ある時期に緑化された空間が、その後の高層建物の建設によって緑がなくてもヒートアイランド負荷が生じない状況に変化したことで緑のヒートアイランド緩和機能が発揮されなくなっていることが考察された。他方で現在の都市開発ではヒートアイランド緩和も緑化の目的の一つとして位置づけられて、開発に際しての条件に緑化が含まれることが多いことから、開発の進捗によって効果が失われることは問題になることが示唆された。

A)~C)の分析結果から、質を高めるための制度設計のあるべき姿と望ましい運用プロセスについては以下の点が示唆された。

- 現況の緑がヒートアイランド緩和に寄与していないものが多くみられたことから、緑化率等の量的な指標ではなく、ヒートアイランド緩和そのものを条件とすることが必要である。しかしヒートアイランド緩和機能は場所によって大きく異なるため、一律の条件として適用することは困難であることから個別の開発案件ごとに誘導していく必要があることが示唆された。
- 個別の開発案件での誘導においては、東京都の協議調整プロセスなどの実践例があり、十分に導入の可能性がある。しかし、協議調整プロセスでもデザインそのものに行政が影響を与えることは難しいため、強く開発者に求めることのできる地区別のガイドラインなどの上位計画において、環境への配慮を含めていく必要がある。
- 緑のヒートアイランド緩和機能は場所による違いだけではなく、周辺環境の開発による環境の変化に大きく影響を受けることが示された。そのため、個別案件ごとの協議調整においてもこの点を配慮する必要があるとともに、周辺地区一体を含めて長期にわたって開発をコントロールする必要がある。このような開発の進行プロセスを含めた地区別のガイドラインが必要であり、そのためにはシミュレーション等の環境評価手法のさらなる実践と計画策定プロセスへの活用が求められる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 12 件)

1. Park, C. Y., Lee, D. K., Asawa, T., Murakami, A., Kim, H. G., Lee, M. K., Lee, H. S.: Influence of urban form on the cooling effect of a small urban river. Landscape and Urban Planning, ELSEVIER, 183, 26-35, 2019 (査読あり)
2. Park, C. Y., Lee, D. K., Krayenhoff, E. S., Heo, H. K., Ahn, S., Asawa, T., Murakami, A., Kim, H. G.: A multilayer mean radiant temperature model for pedestrians in a street canyon with trees. Building and Environment, Elsevier, 141, 298-309, 2018 (査読あり)
3. 植田直樹, 瀬島由実加, 村上暁信: 緑化に関する条例等における規定の構成要素とその時代変化に関する研究, 都市計画論文集, 53(3), 1297-1304, 2018 (査読あり)
4. 村上暁信: 縮退する都市郊外における地域制緑地制度の活用と課題 (特集 地域制緑地の役割と管理のあり方). グリーン・エージ 45(3), 4-7, 2018
5. 竹本和彦, 鎌形浩史, 大塚直, 加藤和弘, 村上暁信: 持続可能な社会づくりに向けた環境政策と環境研究の連携. 環境情報科学, 47(1), 57-68, 2018
6. 篠原雅武, 蓑原敬, 村上暁信, 羽鳥達也: 人新生における人文知・工学・デザインの関係. 建築雑誌, 133, 17-22, 2018
7. 村上暁信: 縮退する都市郊外における地域制緑地制度の活用と課題. グリーン・エー

- ジ, 531, 4-7, 2018
8. 瀬島由実加, 村上暁信, 有田智一: 民有地緑化誘導における協議調整プロセスの実態と課題. 日本都市計画学会都市計画論文集, 52(3), 1256-1261, 2017 (査読あり)
 9. Murakami, A., Kurihara, S., Harashina, K., Zain, A.M., Features of Urbanization and Changes in the Thermal Environment in Jakarta, Indonesia (in Yokohari, M., Murakami, A., Hara, Y., Tsuchiya, K. (Eds.), Sustainable Landscape Planning in Selected Urban Regions, Springer Japan), 61-71, 2017 (査読あり)
 10. Guillen, V. P., Murakami, A., Dynamics of house state consolidation in Lima Metropolitan area: a cellular automata approach. Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture, 80(5), 657-662, 2017 (査読あり)
 11. Sato, Y., Higuchi, A., Takami, A., Murakami, A., Masutomi, Y., Tsuchiya, K., Goto, D., Nakajima, T., Regional variability in the impacts of future land use on summertime temperatures in Kanto region, the Japanese megacity, Urban Forestry & Urban Greening, Elsevier, 20, 43-55, 2016 (査読あり)
 12. 村上暁信: 自然環境と都市の共生: 共存から相利共生へ. 建築雑誌, 131, 28-29, 2016

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計2件)

1. 村上暁信: 環境保全の視点からの都市農村一体的整備の必要性. (財団法人日本都市センター『超高齢・人口減少時代の地域を担う自治体の土地利用行政のあり方』, 111-121), 財団法人日本都市センター, 2017
2. Yokohari, M., Murakami, A., Hara, Y., Tsuchiya, K. (Eds.), Sustainable Landscape Planning in Selected Urban Regions, Springer Japan, 265p, 2017

〔産業財産権〕

出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 中大窪 千晶

ローマ字氏名: NAKAOKUBO, KAZUAKI

所属研究機関名: 佐賀大学

部局名: 理工学部

職名: 准教授

研究者番号 (8桁): 30515143

研究分担者氏名: 浅輪 貴史

ローマ字氏名：ASAWA, TAKASHI

所属研究機関名：東京工業大学

部局名：環境・社会理工学院

職名：准教授

研究者番号(8桁): 50361796

研究分担者氏名：有田 智一

ローマ字氏名：ARITA, TOMOKAZU

所属研究機関名：筑波大学

部局名：システム情報系

職名：教授

研究者番号(8桁): 90344861

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。