

研究成果報告書

所属機関	職名	氏名
東京都市大学 環境学部	准教授	横田 樹広

研究テーマ

都市緑化による生態系・温熱環境複合効果評価システムの開発

研究報告

1. 研究の背景と目的

【研究の背景】

ヒートアイランド現象に伴う都市の酷暑化に対する適応策として、都心部においては、水と緑のネットワーク形成による「風の道」をはじめとするクールスポットの創出が期待されている。一方近年では、都市開発における生物多様性への配慮として、都市緑化による生態系ネットワークの形成が目指され、質の高い緑地環境の創出に対するニーズが高まっている。

しかしながら、クールスポットの創出と生態系ネットワーク形成のための緑地設計条件は、従来個別に検討されることが多く、場合によってはトレードオフの関係を生じる可能性がある。とくに高木層と低木・草本層等との組み合わせに応じた植生の階層構造に関しては、生物多様性を優先した階層性のある植栽は風通しの障害要因となり、緑陰のみを優先した高木層のみの単一緑化は生態系への効果が限定される要因となる可能性がある。

このことから、ヒートアイランド現象の緩和と生態系ネットワークの形成を両立し、暑熱環境の改善と生態系の質向上の相乗効果を得るためには、都市の暑熱環境と生態系の関係性について評価し、適切な植生の配置・構造を検討することが有効である。とくに、緑地の計画・設計段階において、緑の生態系に対する効果と温熱環境に対する効果の関係性を定量的に予測・評価し、トレードオフを解消するための植生の配置・構造を検討するための評価システムが求められる。

本研究では、緑化計画による生態系ネットワークと温熱環境への複合的な効果を予測し、両者の関係性を空間的・定量的に評価可能な統合評価システムの開発を目的とする。とくに、都市市街地と植生の立体構造を環境条件として反映したうえで、両者の効果を統合的に評価し、3次元で可視化する手法を開発することを目標とする。

そのために、実際の都市の街路空間や外構空間を対象として、都市および緑地の立体構造に関連する立地・環境条件を分析した。また、実際の生物生息状況と暑熱環境の調査とそれに基づく関係性の分析を行い、街路・外構空間を単位とした定量的分析を行った。あわせて、植栽による生態系ネットワーク効果を予測するためのモデルを開発し、暑熱環境評価との統合化について検討した。

2. 研究成果および考察

【研究成果】

研究対象地域を、みなとみらい21中央地区（横浜市西区）の街路・外構空間とした。また、植栽と生息分布の関連性が深いチョウ類を指標として、生態系ネットワークに関する調査および予測モデル化を行った。本対象地域の街路・外構空間における生態系ネットワーク評価に対して、暑熱環境評価との統合化について検討した。

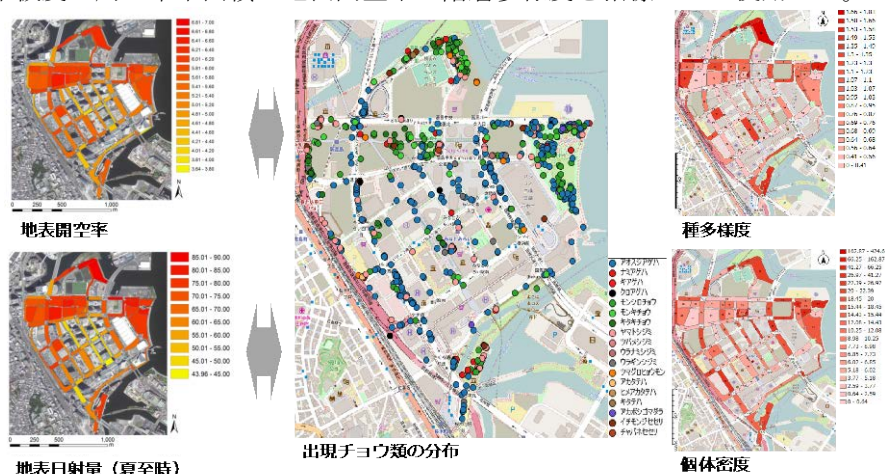
1) 街路・外構空間の立地・構造分析

みなとみらい21中央地区の街路・外構空間をセグメントに分割し、セグメントごとの立地・環境条件の指標化を行った。立地指標においては、高解像度衛星画像（WorldView-3）に基づく周辺緑被面積・セグメント内NDVI（正規化植生指数）のほか、都市表層高さデータ（DSM; Digital Surface Model）としてAW3D高精版DSMデータ（JAXA, RESTEC, NTTDATA）を用いて、SAGA GISにより地表開空率、夏至時日中日射量を分析した。構造指標に関しては、現地調査に基づくセグメント内の階層高さ（草地：地表、10cm, 30cm, 50cm；樹木：0.5m, 1m, 1.5m, 2m, 2.5m, 3m）ごとの植生被度、植生階層多様度を分析した。

2) チョウ類を指標とした生態系ネットワーク効果のモデル化

対象地域内において、2016年4月～10月にルートセンサスによりチョウ類の種ごとの分布状況を調査

し、18種712個体の生息分布データを得た。これをもとに、種多様度・個体密度の高いセグメントの立地・構造条件について、CARTモデルにより分析した。また、樹木層を利用するチョウとしてアオスジアゲハ（全個体数の49%）、草本層をシロチョウ科チョウ類（モンシロチョウ・モンキチョウ・キタキチョウ；全個体数の28%）を対象に、生息適性条件を設定し、これをもとに生息適性のネットワーク状況を評価するモデルを作成・適用した。樹冠の連続性が重要なアオスジアゲハにおいてはNDVI・高木層被度・周辺樹木面積・地表開空率・階層多様度、面的草地の分布が重要なシロチョウ科においてはNDVI・低茎草本被度・周辺草本面積・地表開空率・階層多様度を指標として使用した。



街路・植栽セグメントの開空率・日射量とチョウ類の種多様度・個体密度

3) 暑熱環境評価との統合化

立地・構造と暑熱環境との関係性について、2016年7月～9月にかけての晴天日に街路ユニットの代表点20地点で気温・湿度をMRT温湿度計により計測・記録した。調査データにより日変動を差し引いた気温累積偏差について、セグメントのNDVI・地表開空率・地表日射量・周辺緑被率・周辺水域率・植生階層多様度との関係性を分析した。これをもとに、生態系ネットワークと暑熱環境の各指標により植栽セグメントの両効果を評価した。評価結果のオーバーレイにより、生態系ネットワーク効果と暑熱環境への効果の統合評価とした。

【考察】

生態系ネットワークと暑熱環境は、開空率が限定される緑陰空間において両立がしやすいと考えられた。ビル棟間等の風通しのある立地において、防風植栽帯となる階層性のある植栽空間を形成することにより、樹木層・草本層ごとのチョウ類生息適性条件を両立することが有効と考えられる。一方、本研究でトレードオフの対象とした植栽の環境条件は、街区レベルの街路・外構の立地・構造上の指標に限定されている。より実際の温熱環境に影響を与える条件として個々の植栽の構造レベルの温熱環境評価との関係性を対象とする必要がある。植栽の立体構造の違いを反映した放射環境の指標化・予測、加えて風環境を踏まえた温熱環境評価との統合が必要であり、引き続きより精緻な統合評価プロセスを検討していきたい。

3. 将来展望

建築物・地表性状等の質的要素を含めた暑熱環境の指標化が必要と考えられる。今後、放射環境シミュレーション（例えばThermoRender（A&A））による評価結果と生態系ネットワーク評価とのオーバーレイについて検討している。オーバーレイについては、ArcGIS Proでの統合による3次元での可視化を図る。また、みなとみらい21地区において、JAMSTECによるシミュレーションモデルMSSGを用いた温熱環境数値シミュレーション解析結果が発表されており（JAMSTEC・横浜国立大学、2017年5月19日）、生態系配慮型植栽の効果予測について連携を検討したい。

4. 研究発表

高増誠・藤田雄大・小野祐輝・横田樹広（2017）：みなとみらい 21 中央地区におけるチョウ類生息適地ネットワーク評価. 日本生態学会第64回全国大会講演要旨集, P1-M-360.

横田樹広（2017）：みなとみらい21中央地区におけるチョウ類生息環境と暑熱環境との関連性. 2017年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 印刷中(2p.).

以上