

論文の要旨

題目 丘陵都市における都市気候ゾーン毎の高温域形成要因分析およびその対策に関する研究
ー都市高温化緩和策の適所導入支援ツール作成に向けてー

(A study on the factors of high temperature areas and its measures for each urban climate zone in hilly city - For making supporting tool introducing effective urban warming mitigation-)

氏名 横山 真

近年、都市高温化により各地の都市域で様々な問題が引き起こされており、都市高温化緩和に配慮した都市づくりの促進が必要と考えられる。一方で効果的な都市高温化緩和策は対象地の気候特性により効果が異なると考えられるため、対象地の気候特性を捉えた適材適所の都市高温化緩和策の選択が重要である。そのためには、対象地の気候特性に適した都市高温化緩和策を示した「適所導入支援ツール」が必要と考えられる。本研究ではこの「適所導入支援ツール」の作成を最終的な目的として、都市高温化の影響が報告されている丘陵都市横浜市を対象に、「①高解像度都市気候ゾーニングマップの作成と評価」、「②地形が複雑な市街地エリアにおける都市気候と地形との関連の把握」、「③気候特性が異なる市街地エリアにおける都市気候形成要因の違いの把握」を Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG) による数値計算を活用して行った。

第 1 章では、対象地の気候特性に適した都市高温化緩和策を示した「適所導入支援ツール」の必要性を述べた後、これに関連する事例および既往研究（国や地方自治体によるツール作成事例、都市環境気候図（クリマアトラス）の事例、都市気候ゾーニングに関する研究、地区スケールの都市気候に関する研究、地形が複雑なエリアの都市気候に関する研究について）の整理を行い、現状や課題を明らかにした。またその結果より、最終目的を対象地の気候特性に適した都市高温化緩和策の「適所導入支援ツール」の作成とし、その実現に向けて行う本研究の目的（目的①：高解像度都市気候ゾーニングマップの作成と評価、目的②：地形が複雑な市街地エリアにおける都市気候と地形との関連の把握、目的③：気候特性が異なる市街地エリアの都市気候形成要因の違いの把握）を明確化した。

第 2 章では、本研究で対象とする丘陵都市の神奈川県横浜市について、都市高温化緩和の必要性および地形の複雑さを示し、また第 1 章で抽出された課題の解決が可能と考えられる数値モデル Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (MSSG) の概要および MSSG により行われる数値計算の特徴（地球シミュレータを用いるため、通常よりも大規模な数値計算の実行が可能であること、同じ計算モデル上で異なるスケールの計算が可能であること）を示した。

第 3 章では、横浜市全域を対象に行った「気温実測調査」および「数値計算」の結果を用いて、典型的夏季晴天日における横浜市の気温分布傾向の把握を行った。また次章における高解像度都市気候ゾーニングマップ作成への予備的調査として、メソ気象モデル WRF による 500m 解像度の計算結果から作成した気温分布と、MSSG による 100m 解像度の計算結果から作成した気温分布を実測調査結果の気温分布を基準として比較した。結果として、日中のばらつきを小さくする工夫が必要ではあるが、地形による夜間の気温差の再現等、横浜市のような地形が複雑な丘陵都市において都市スケールの都市気候を把握・分析し、都市気候ゾーニングマップを作成する際に MSSG による 100m 解像度の数値計算が効果的であることを示した。

第 4 章では、MSSG による 100m 解像度の数値計算結果の各メッシュの時刻別平均気温を入力条件とし

た多変量解析（主成分分析およびクラスター分析）により、横浜市の「都市気候ゾーニングマップ」を従来よりも高解像度に作成した。まず主成分分析の結果、気温変動特性指標として「夜間海水温および東京湾からの海風」、「相模湾からの海風の気温低減効果」に加えて、「微地形（地形の凹凸）の影響」が抽出された。さらにこれら3つの気温変動特性指標を入力条件としたクラスター分析の結果、相模湾・東京湾からの距離および微地形（地形の凹凸）により横浜市の都市域が5つのゾーンに分類された。また都市スケールにおける対策導入の優先度が高いゾーンやゾーン毎の対策方針等を明らかにし、実測調査結果との比較を通して、ゾーン毎の全体傾向が実測調査でも同様であることを確認した。

第5章では、横浜市内の地形が複雑な市街地エリアを対象に、気温の実測調査および地区スケールの現状都市気候および潜在自然気候の数値計算を行い、これらの結果と地形との関連分析により、地形分類毎の熱環境・風環境の傾向を把握した。結果として、丘陵地下部に位置する市街地では日中の熱環境・風環境が悪く、特に谷戸のような小規模谷内の市街地では局所的に周囲よりも日中の気温が上昇する可能性が示唆された。一方で丘陵地上部の市街地では日中の広域風の影響を受けやすく、熱環境・風環境ともに良好であることが明らかとなった。また夜間では斜面緑地からの冷気流による気温低減効果の影響が大きいことから、丘陵地下部に位置する市街地における冷気流の影響範囲や活用ポテンシャル等を明らかにした。これらの分析結果に基づき、地形が複雑なエリアにおける都市気候改善の観点から見た地形分類毎の計画方針を試作した。

第6章では、第4章で作成した都市気候ゾーニングマップを用いて、異なるゾーンから市街地エリアを抽出し、MSSGにより都市スケールの数値計算結果を境界条件とした地区スケールの数値計算を行った。結果として、海風効果が大きいエリアでは、気温と風の間接関係が強く、風が熱環境に与える影響が相対的に大きいことが示唆された。また地区毎の平均気温・平均風速を目的変数、物理的なパラメータを説明変数とした重回帰分析の結果、海風効果が大きいエリアでは地区内の「建物密度の低下」が効果的な対策として考えられ、一方で海風効果が小さいエリアでは、地区内の「建物密度の低下」に加えて、「緑地率の向上」を併せて考える必要が示唆された。これらの結果から、異なる気候特性ゾーンに位置する市街地エリアにおいて、地区スケールの熱環境・風環境の形成要因が異なり、物理的な対策方針の考え方が異なることを明らかにした。