

東京都心部におけるマトリクス構造を基盤とした
熱・風環境評価に基づく都市環境計画に関する研究

高取千佳

Chika TAKATORI

目次

目次	2
要旨	6
Summary	8
第1章 研究の背景と目的	10
1-1. 研究の背景	12
1-2. 研究の目的	16
1-3. 研究の手法	17
1-3-1. 空間構造：マトリクス構造	17
1-3-2. 時間軸の導入	20
1-4. 研究の構成	22
1-5. 研究の対象地	24
第2章 データ整備	26
2-1. 明治初期及び現代の土地被覆データの整備	29
2-2. 標高データの整備	40
2-3. 建物高さデータの整備	41
2-4. 人工排熱データの整備	45
2-5. 小括	50
第3章 東京都心部におけるマトリクス構造の分析	52
3-1. マトリクス構造分析の手順	54
3-2. 分析単位の設定	56
3-2-1. 微地形分類	56
3-2-2. 道路分類	56
3-2-3. 微地形分類と道路分類を合わせた分析単位の設定	59

3-3. 分析単位ごとの土地被覆分類	60
3-3-1. 分析単位ごとの土地被覆指標の算出	60
3-3-2. 微地形上での土地被覆の変化	64
3-3-3. 土地被覆分類	67
3-4. ランドスケープ・ユニットの設定	71
3-5. 代表的ランドスケープ・ユニットの変化分析	75
3-6. 小括	76
第4章 熱・風環境の変化分析	78
4-1. シミュレーション条件の設定	80
4-2. 高度別気温・風速分布	82
4-3. 上空の海風と地上付近の熱交換の変化	85
4-3-1. 明治16年上空の熱交換	85
4-3-2. 平成18年上空の熱交換	85
4-4. 地上付近の熱・風環境の変化	95
4-4-1. 地上付近の風速	96
4-4-2. 地上付近の気温	101
4-4-3. 地上付近の相対湿度	104
4-4-4. 地上付近の体感温度	107
4-5. 小括	111
第5章 マトリクス構造と熱・風環境の変化の相関分析	112
5-1. 二時期の地上付近の気温変化をもたらした要因の分析	113
5-1-1. ランドスケープ・ユニット	113
5-1-2. 隣接ユニット	133
5-1-3. 上空との熱交換	137
5-2. 小括	140
第6章 熱・風環境評価に基づく都市環境計画方法論	142
6-1. 熱・風環境計画による都市環境計画の方法論	144

6-2. 熱・風環境要因に基づく評価図の作成	146
6-2-1. ランドスケープ・ユニットによる評価図	146
6-2-1-1. 気温上昇なしタイプ (-0.3~1℃)	148
6-2-1-2. 気温上昇小タイプ (1~1.5℃)	148
6-2-1-3. 気温上昇中タイプ (1.5~2℃)	148
6-2-1-4. 気温上昇大タイプ (2℃~)	148
6-2-1-5. 緑地保全型評価図の作成	149
6-2-1-6. 緑地消失型評価図の作成	149
6-2-2. 隣接ユニットからの移流による評価図の作成	154
6-2-3. 上空との熱交換に関する評価図の作成	154
6-3. 評価図を基にした都市環境計画の保全・修復・創造の指針図	158
6-3-1. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針図	158
6-3-2. ネットワーク型保全の指針図	160
6-3-3. 立体的都市構造による創造の指針図	160
6-4. 現行の都市緑地政策との比較分析による具体の施策の例示	163
6-4-1. ランドスケープ・ユニット別指針図と現行制度の比較分析	166
6-4-2. ネットワーク型指針図と緑地保全に関する現行制度の比較分析	167
6-4-3. 立体的都市構造指針図と緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析	170
6-5. 小括	172
第7章 結論と考察	174
7-1. 各章の要点	176
7-2. 研究の成果	179
7-3. 今後の課題	180
データシート	182
参考文献	216
図表一覧	226
発表論文	234
謝辞	238

要旨

大都市圏都心部では、近年ヒートアイランド現象による熱環境の悪化が顕在化している。この問題の解決にあたっては、微地形や都市を構成する建物や緑地等のマトリクス（基質）構造が、熱・風環境に与える影響に対する有効なデータベースの構築、評価手法の開発、科学的知見に基づく計画方法論が必要である。本論文は、東京都心部を対象に、明治初期と現代の都市基盤の詳細なデータベースの構築にもとづき、ランドスケープのマトリクス構造の変遷を分析するとともに、広範囲高解像度での熱・風環境の分析を行うことにより、生態環境と物的環境の双方の評価にもとづく都市環境計画の方法論を構築したものである。得られた知見を以下にまとめる。

第一に、明治初期と現代の建物・緑地の詳細データベースを構築し、東京都心部の都市形成の観点を踏まえ、微地形とその上部に展開する土地被覆の主要な組み合わせをマトリクス構造(ランドスケープ・ユニット)として捉える枠組みを提示した。さらに、微地形によって規定されてきた土地被覆が、近代化以降に変容した過程を定量的・即地的に解明した。

第二に、広範囲高解像度の熱・風シミュレーションを実施し、上空部と地上付近の熱交換の変化を明らかとした。結果、高度 50~100m で熱交換が活発であり、明治初期では、山の手台地にかけて谷筋に沿った水平方向の強風化した箇所では下降流が生じ、上空の冷気が地上付近に導入されていること、現代では、超高層建築の分布に応じて風下側では弱風域が、その合間に幅数 100m の強風軸がストライプ状に分布し、強風軸の直下では上空の冷気の地上付近への導入が見られること、特に強風軸直下の大規模な樹林地は、ヒートアイランド分断効果をもつこと、等を明らかとした。

第三に、二時期の地上付近の熱・風環境の変化を規定する要因を、A. ランドスケープ・ユニット、B. 隣接ユニットからの移流、C. 上空との熱交換による移流の三点から明らかとした。結果、微地形—土地被覆分類を合わせたマトリクス構造は、広域的観点からの三次元的変化による海風との対応関係と内部の質（建築・緑地環境）による微細な気象との影響を相互に分析する上での、基礎的単位として有効であることが示された。

第四に、マトリクス構造を計画原単位とし、熱・風環境評価に基づく新たな都市環境計画論を提示した。まず、上記 3 つの要因別の熱・風環境評価図を設定し、評価図を基に都市環境計画の展開のための緑地の保全・修復・創造の指針図を設定した。さらに、指針図と現行の都市緑地施策との比較分析を行い、より具体の施策への展開を例示した。

以上、本研究は、時間軸を踏まえた東京都心部固有のマトリクス構造を設定し、都市気象の階層性を踏まえた熱・風環境評価を行い、マトリクス構造の計画原単位としての有効性を示した上で、熱・風環境評価に基づく都市環境計画の枠組みを提示した。

Summary

1. Introduction

Today heat island phenomenon has made the human thermal environment worse in the central metropolitan area. To solve this problem, we have to make database of matrix structure such as micro topography, buildings and green space in the urban area and clarify how the change of matrix structure impact on the thermal and wind environment, and create the methodology for the urban environmental planning.

The purpose of this research is to show a framework for matrix-based urban environmental planning by the evaluation of thermal and wind environment in the central Tokyo metropolitan area. The area is 56 km², and the temperature of the site is clarified to rise by 2-3°C in this 100 years. In the central area of Tokyo, the micro topography has influenced on the distribution of land use and land cover, such as buildings and green space from Edo periods (1608-1868), which is the time before modernization. In this research, we clarify the spatial feature of Tokyo central area of two periods (1884 and 2006), analyze the relation between the feature and the thermal and wind environment of urban scale and fine resolution, set the basic environmental planning units, and create the urban environmental methodology by the evaluation of the thermal and wind environment. The following four points have been conducted.

2. Matrix Structure of Meiji period (1884) and Today (2006)

First, we made database of micro topography and land cover such as buildings and green space of Meiji period (1884) and today (2006). Then we set the matrix structure (landscape units) of each period by analyzing the relation between the micro topography and land cover of two periods. As a result, the micro topography such as the cliff line in the upper plateau area, and the canal networks in the lower downtown area had a strong relationship with green and water space in 1884. However, they have been reclaimed and disappeared in 2006 after the modernization. And it is clarified that densification and high stratification have progressed in the whole area, and the super high-rises have been made on which was once the Daimyo (upper class people in Edo period) mansion on the cliff line and the waterfront.

3. Thermal and Wind Environment of two periods

Secondly, we simulated the thermal and wind environment of the two periods. The

simulation area is $7.5\text{km} \times 7.5\text{km}$ in each horizontal direction, and 400m in height. The mesh resolution is 5m. The simulation model is the Multi Scale Simulator for the Government (MSSG) model made by Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), which can handle a flow of the wind of the upper sky area and the turbulence around the micro topography and the buildings at the same time. To simulate this model, we use a super computer, Earth Simulator, in the joint research with JAMSTEC. As a result, we clarified that turbulence flow made by the heat exchange of upper atmosphere boundary layer and the canopy layer occurs in the altitude of 50m-100m and influence on the temperature in the canopy layer. In 1884, the turbulence is caused by the valley on the upper plateau area. On the other hands, large-scale turbulence occurs by the super high-rises in 2006.

4. Relation between Matrix Structure and Change of Thermal and Wind Environment

Third, we statistically clarified the relationship of matrix structure and the thermal and wind environment of two periods. Three factors are clarified to affect on the temperature near to the ground; (1) landscape units: micro topography and land cover, (2) adjacency of each unit, and (3) heat exchange of upper boundary layer, and (1) landscape units has the most dominant influence on the temperature among these three factors. As a result, the landscape units have clarified to be effective units for the evaluation of thermal and wind environment in the hierarchical urban climate layer.

5. Urban Environmental Planning

Finally, we set the urban environmental planning methodology based on the matrix structure by the evaluation of thermal and wind environment. We evaluate the three factors that influenced on the temperature near to the ground, and made the figures of the evaluation. Next we overlay the figures based on the evaluation of thermal and wind environment and create the future environmental visions by the maintenance, restoration, and creation of green space; Landscape Units, Network, and Three-dimensional structure. Finally, we compare the visions to the current urban and green policy and show the examples of the concrete measures.

6. Conclusion

This research shows a framework for urban environmental landscape planning on the central Tokyo metropolitan area. We analyze the matrix structure, clarify the relation between matrix structure and thermal and wind environment, and show the possibility of integrated matrix-based planning measures among the different climate layers.

第1章 研究の背景と目的

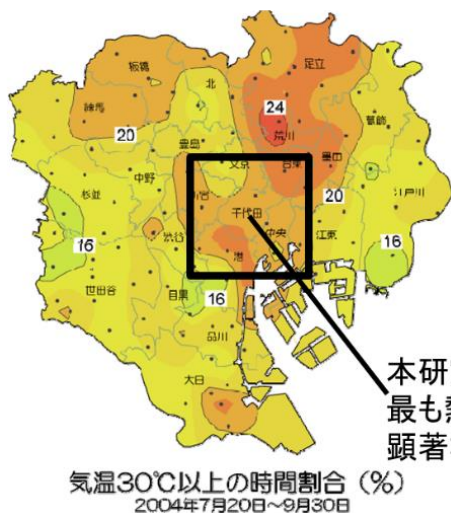
1-1. 研究の背景

(1) ヒートアイランド現象

世界の大都市圏では、地球温暖化とヒートアイランド現象に対応した都市の再生が、共通かつ喫緊の課題となっている。都市が周辺郊外よりも高温化し、当温線の形状が島のようなになる「ヒートアイランド現象」は、地理学（気候学）分野の実証的検証に端を発し、日本では1930年代より認識され、当時の都市気候研究の多くは、主に寒候季の最低気温分布に着目し、気温分布と地表面粗度との関係や風による都市高温部の変位を論じてきた（三上 2006）。しかし、東京を始めとする大都市でも、夏季の高温化により、熱中症患者数の増加や都市型豪雨の発生、電力需要増大に与える影響が課題視されるようになった(図 1-1)。

地球温暖化対策と同様にヒートアイランド対策が国や地方行政機関の重要政策とされるようになってきており、各省庁や東京都・各区においても、ヒートアイランド対策に関する大綱やガイドラインが策定されている¹⁾⁻⁵⁾。このように、地理学から端を発した実証的研究から、近年は建築・土木を中心とする工学的応用研究へと展開が見られる。しかし、ヒートアイランド現象が都市的スケールかつ複合的に要因が重なりあい生じる現象であることを鑑みると、都市工学分野において、対策技術としての都市環境計画の手法論を構築することが肝要である。ここで、ヒートアイランドに対する都市環境計画の構築には、都市気象の階層性を踏まえ、都市化による熱・風環境の変化の①実態検証、②要因解明、③評価と対策技術（計画論）の体系化を行う必要がある。

■ 昼間の気温分布
(気温30℃以上の時間割合の分布)



■ 夜間～早朝にかけての気温分布
熱帯夜(日最低気温が25℃以上)の分布

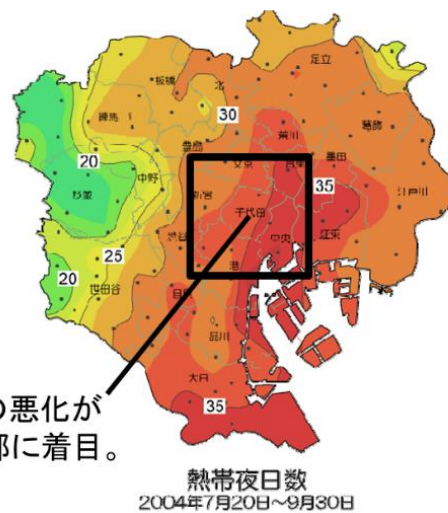


図 1-1. 東京都心部における夏季の気温分布

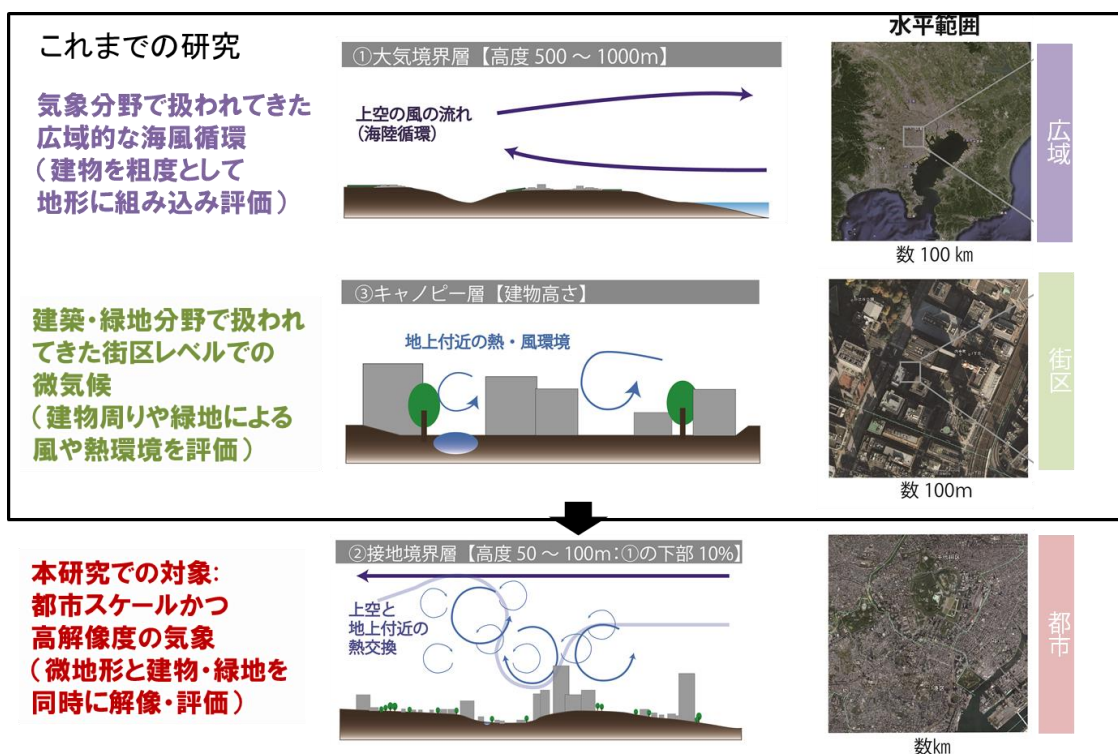


図 1-2.都市気象の階層性と本研究の対象スケール

(2) ヒートアイランド現象に関する既往研究

そこで、ヒートアイランド現象に関する既往研究を概観し、本研究の位置づけを明確にする。まず都市気象の階層性を踏まえた上で、ヒートアイランド化の①実態検証と②要因解明、③対策技術に関する既往研究を概観する。図 1-2 は、都市気象の階層性を高度別、水平スケール別に示したものである。都市気象は、街区スケール、都市スケール、そして広域スケールと、気象層の垂直高度と水平距離が関連しながら階層性を持つ(Oketani 1997)。

■ 広域スケール (水平方向数 100km)

広域スケールでは、主に地理学(気候学)分野において、高度 500~1000m の大気境界層に着目し、建物を粗度として地形に組み込んだ上で、地形や土地被覆と広域的な海風循環や地表面温度、気温との相関を検証する研究がなされてきた。例えば、現代の広域的な熱・風環境の把握に関しては、広域 METROS データを用いて夏季日中における首都圏のヒートアイランド現象に海風が与える影響を実測により検証した研究(大和 2011)、海風の侵入経路に沿った移動領域の顕熱・潜熱・平均運動エネルギーの収支を分析した研究(大岡 2008)、メソスケールの数値解析によって、関東平野における広域的な土地利用が夏期の都市気象に与える影響を検証した研究(Kusaka2008, 神足 2008)などの蓄積がある。また、①都市化前後のヒートアイランド化の実態検証に関しては、メソスケール解析により、東京都心部では江戸期から現代にかけ、気温が過去 100 年間に約 3℃上昇したことを明らかとした研究

(井上 2005)等がある。しかし、ヒートアイランド現象の②要因解明に関しては、1. 発生する熱量の増加（地表面被覆の人工化や人工排熱の増加）、2. 風通しの悪化（建築群の急速な高層化による海風の阻害等）の二つが挙げられ（足永 2007）、これらの要因が複合的に合わさって地上付近の高温化をもたらしているとされるが、微地形条件上で建物や緑地を解像した上で、その熱と風を同時に数値シミュレーションによって解き、どちらの要因が効いているのかについて即地的に分析・評価を行ったものは見られない。現状では、建物は粗度として地形に組み込み、大局的な大気の循環や地表面温度との関連を分析するに留まっている。また広域スケールでの③対策技術としては、コンパクトシティ型や道路分散型等、都市を集約させた場合の将来シナリオを数パターン設定し、ヒートアイランド分断効果等の比較検証が行われてきたが、土地所有や敷地動態を踏まえた実態の都市政策との乖離が大きく、計画論には至っていない現状にある。

■街区スケール(水平方向数 100m)

一方、街区スケールでは、主に建築・緑地分野において、建物最大高さ以下の高度であるキャノピー層内部において、建物周りの詳細な風の流れや緑地周りの微気候を実測や数値シミュレーションによって解析する研究が蓄積されてきた。例えば、詳細解像度での建物の材質や緑地の熱的特性を条件として与え、シミュレータを用いてヒートアイランドポテンシャル等の定義を元に、市街地の街区単位での評価を行った研究(佐藤 2008, 梅干野 2009, 村上 2010)や、樹木モデルを組み込み対流・放射・湿気輸送連成解析による屋外温熱環境緩和効果を検証した研究(吉田 2000)、実測データを基に緑地等の詳細な空間構成要素の気温との反応性を分析した研究(蛭田 2012)等、詳細な建物・緑地の物性値が周囲の熱・風環境と人の快適性の両面へ与える影響の評価を行った研究の蓄積がある。また、近代化以前の温熱環境の①実態検証に関しては、江戸期の町人地における熱放射環境を詳細に再現し、当時の生活様式と合わせて評価を行った研究等が見られる(高田 2008)。街区スケールでの③対策技術としては、屋上・壁面緑化や高反射仕上げ等による表面温度の低減や、保水性舗装の導入等が省庁や各自治体で推進されているが、都市スケールで生じるヒートアイランド現象とのスケールの乖離が大きく費用対効果が実感しにくいいため、個別の対策技術の総合化に留まる傾向にある(竹内 2002)。このように、都市スケールでの都市環境計画方法論への展開は、十分に行われてこなかったと言える。

■都市スケール(水平方向数 km)

都市スケールでは、キャノピー層から大気境界層下部までを含み、上空の大気と地上付近の熱・風が相互交換関係にあり、階層性を有する乱流(渦)構造が複雑な挙動を有している。これまで、数値モデル、計算容量の不足の観点から、このような複雑な挙動の現象解明や要因把握は十分に行われてこなかった。乱流によって引き起こされる熱環境の実態把握に関しては、数値シミュレーションによって建ぺい率や容積率が典型的な理想街区を設

定し、乱流構造にもたらす違いを検証した研究(森脇 2003, Kusaka 2001)等がある。しかしながら、近年実在の都市は低層から超高層までの複雑な凹凸を有する街区群の集合体であり、そのような上空部では多層に渡る複雑な乱流構造が生じている(森脇 2003)ことが明らかとされてきており、その中間スケールでの実態解明が必要とされている(日下 2008)。

また、都市スケールでの③対策技術としては、都市で発生した熱を上空へ効率よく放散させ、上空の冷気を取り込む都市構造が挙げられている(足永 2008)。例えば、都市環境計画の分野で先駆的なドイツの諸都市は山間に位置し、高度数 10m の山谷風の水平流入が着目される一方、東京をはじめとする日本の都市の多くは沿岸部に位置しており、高度数 100m の海陸風の立体的な取り込みが注目されている(尾島 2008)。風の道としては、海から海陸風が水平方向に侵入するもの、超高層の背面部や幹線道路上で上空の冷気を下降流により取り込むもの、さらに緑地からのにじみ出しによるもの等を体系化が試みられており(尾島 2013)、東京臨海部や河川・幹線道路沿い、大規模緑地の付近等において、実測による風の道の効果を検証する研究の蓄積がある(尾島 2003, 2005, 2007, 成田 1985, 2010, 2011)。しかしながら、実測のみにより都市スケールで生じる気象現象を把握することには限界があり、数値シミュレーションによる乱流構造の現象解明を行うことにより、対策技術へと展開することが必要である。

(3) スーパーコンピュータによる都市スケールでの実態解明

一方、今日、スーパーコンピュータの開発に伴うメッシュの高解像度化と十分な解析領域の確保により、これまで困難とされてきた、上空を流れる風と同時に地上付近の熱・風環境を同時に再現する解析が可能となってきた。特に、日本で開発された超並列ベクトル計算機の地球シミュレータは、その主記憶容量と演算処理速度において世界最大の規模と能力を持つ設備であり、都市スケールでのシミュレーションによる検証が可能になっている。その先駆的研究として、足永は、地球シミュレータを都市環境問題に初めて活用し、標準 $k-\epsilon$ モデルに対してコリオリ力、温位等を考慮した式を開発し、解像度 5m かつ範囲 33km 四方での高解像度大規模数値解析を行い、地上付近での風の流れと上空の風とを同時に計算を行った(足永 2007, 2012)。

しかし、このように解析が可能となった一方、どのような場所でどのような熱・風環境の悪化が生じているのかの即地的な①実態解明と②要因分析を行い、さらに具体的都市計画制度とを合わせ、③都市環境計画論への展開することは、未だ十分に行われていない。今後は、定量的・即地的に、微地形上での建物や緑地といった土地被覆の変化が、上空と地上付近の熱交換へどのように影響し、結果、地上付近の気温へどのように影響しているのか、①実態解明、②要因分析、③対策技術としての都市環境方法論への展開が必要とされる。

1-2. 研究の目的

そこで、本研究は東京都心部におけるマトリクス構造を基盤とした熱・風環境評価に基づく都市環境計画方法論を構築することを目的とする。具体的には、以下の三点を目的とする。

(1) 熱・風環境の変化の実態検証

：明治初期と現代の詳細データの構築を行い、広範囲高解像度の熱・風シミュレーションを実施し、二時期において熱・風環境がどのように変化したのかを実態検証を行う。

(2) 地上付近の気温を規定する要因解明

：上空との熱交換関係と、地上付近の微地形や建物・緑地の分布、またその他の要因が、どの程度地上付近の気温へ影響するか要因解明を行う。

(3) 熱・風環境評価に基づく都市環境計画の構築

：熱・風環境評価に有効な計画単位を設定し、評価図、指針図を作成することにより、現行の都市緑地政策との比較分析を行い、都市環境計画論を構築する。

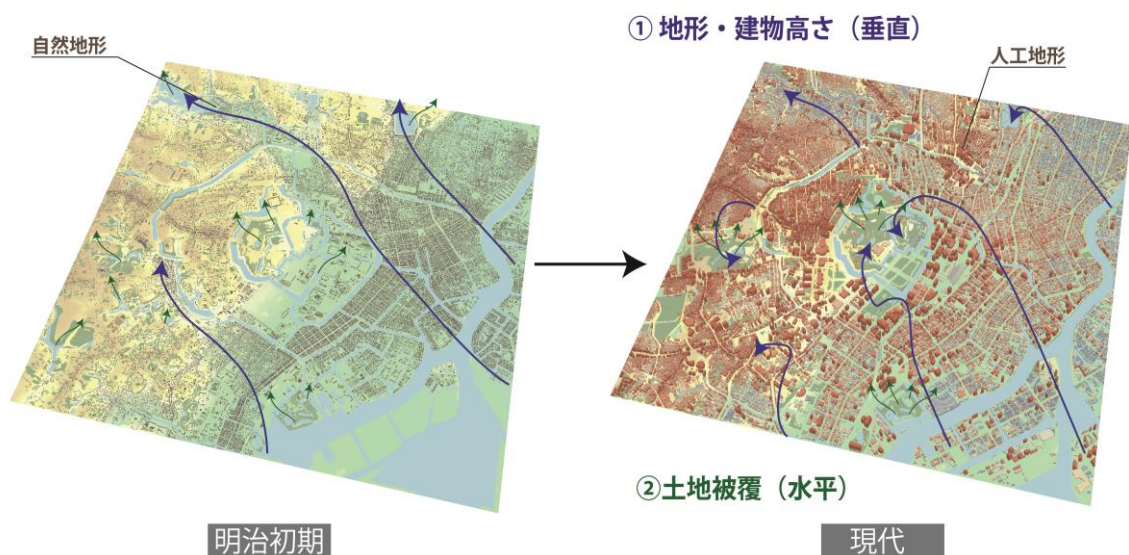


図 1-3. 東京都心部における都市構造の変化と気温を規定する要因

1-3. 研究の手法

1-3-1. 空間構造：マトリクス構造

第一に、本研究では、熱・風環境を分析・評価し、都市環境計画を構築するための原単位となる空間構造のフレームワークを提案する。熱・風環境は、都市域において緑地・交通・住宅の個別専門分野の横断的現象として現れる。そのため、微地形、緑地、道路、建物といった都市を構成する諸要素を横断的に捉えた上で、その特質を代表的に表現する計画単位を抽出し、熱・風環境等の機能との関連を分析、評価し、計画論に展開する必要がある。ここで、本研究では、ランドスケープを総体として捉え、計画論へと展開を行う景観生態学の手法を展開し、新たにマトリクス構造という分析のフレームワークを構築する。

従来より、景観生態学の分野では、自然立地やその上部での土地被覆を、ランドスケープの総体として構造・機能・変化を分析・評価し、計画論へと展開する研究がなされてきた(Forman and Gordon 1986)。そこでまず景観生態学での評価・計画論の展開を概観し、本研究での位置づけを述べる。

(1) 自然立地的土地利用計画

地形や地質、土壌といった自然的基盤の枠組みに基づき単位を設定し、その上での土地利用・土地被覆の変化や機能を分析したものとしては、自然立地的土地利用計画がある(井出・武内 1985)。それは、地形や地質、その上部で展開する土地利用・土地被覆との相関を分析し、基礎的な計画単位である自然立地単位を抽出し、生態的・物的機能との関係性や変化を分析するものである。一方、流域圏に基づく階層的な単位を設定し、その上部での土地利用・自然的土地被覆との関係や、生態的・水環境・人の生業といった機能の評価や経年的変化の分析から、計画論への展開を図った研究の蓄積がある(石川 2009, 飯田 2012)。これらは、持続可能な土地利用計画につながるための基礎的枠組みとして自然的基盤に基づく土地利用・緑地といった垂直方向での分類を行い、機能の評価・保全を図ったものである。しかし、農村的土地利用の卓越する地域においては、農地や緑地等が卓越し、地形条件と土地被覆の相関が高いことから、主要タイプ分類が容易である一方、都市的土地利用の卓越した地域では、建物や緑地が混在状態にあり、連続変量を建ぺい率や緑被率等で離散化してとらえるための分析の枠組みや単位設定が必要となる。

(2) パッチ・コリドー・マトリクス理論

一方、水平的な土地被覆(緑被地・建ぺい地)に対する分析・評価手法としては、パッチ・コリドー・マトリクス理論がある(Forman 1995)。これは、土地被覆の異質な要素を占有率、連結性といった指標によって分類し、その背景にあるネットワーク構造との関連や、生態

の機能や風環境への関連を分析するものである。パッチ・コリドー・マトリクスに関しては以下のように定義づけられている(図 1-4)。

パッチ:周囲と異なる、相対的に等質なエリア (内部のミクロな異質性は繰り返し現れる)

a relatively homogeneous nonlinear area that differs from its surroundings. (The internal micro heterogeneity present is repeated in similar form throughout the area of a patch. Also see corridor)

コリドー:近接する両側の土地と異なる、線状の特定のタイプ

a strip of a particular type that differs from the adjacent land on both sides. (corridors have several important functions, including conduit, barrier, and habitat)

マトリクス:エコシステムもしくは土地利用タイプの基質なるもの。卓越する土地被覆、高い連結性、ダイナミクスを主に支配するという特徴を持つ

the background ecosystem or land-use type in a mosaic, characterize by extensive cover, high connectivity, and/or major control over dynamics.

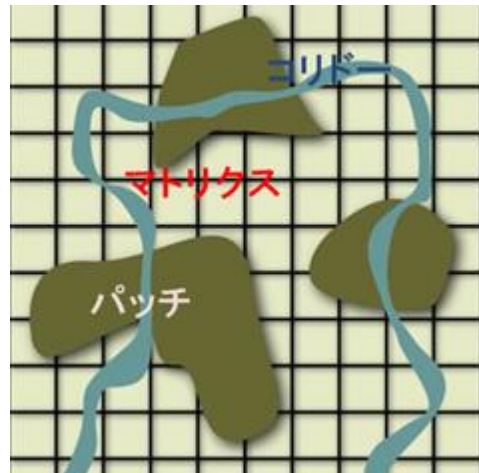


図 1-4.パッチ・コリドー・マトリクス

パッチやコリドーは図、マトリクスは地(図以外の部分)として視覚的に認識され、都市化の段階において、図と地は反転の関係にある。例えば農村的土地利用が卓越する対象地では、水田や畑地等がマトリクス、宅地がパッチとして認識される一方、都市的土地利用の卓越する対象地では、大規模な公園等の緑地がコアおよびパッチ、街路樹や河川沿い等の都市の線上の要素に残された要素がコリドー、民有地等はマトリクスとして認識される。

これまで、都市域を対象とした緑地計画では、主に、近代公園として整備された大規模な緑地をコア・パッチ、街路樹や河川沿いの緑をコリドーとし、パッチやコリドーの生態的・熱的機能との関係を分析、評価する研究が蓄積されてきた。熱・風環境等の都市を構成する諸要素に対し横断的に現れる現象を評価するためには、パッチやコリドーのみでなく、マトリクスを含めたランドスケープ構造全体に対しての分析の枠組みの構築を行う必要がある。一方、東京都心部における緑地等の分布に関しては、江戸期から東京の都市化過程を分析し、江戸期では山の手台地上で地形と緑被地が強い相関を持つ一方、近代以降は用途地域や再開発に応じて新たな特質を持つ緑地が生み出されていることを示した研究(田畑 1984,2000,長谷部 1997)や、下町低地において流通の基盤であった水路網が近代以降に埋め立てられ、私有地化されていった過程を示した研究(鹿内 2008)等の蓄積がある。

そこで、本研究では、東京都心部において、山の手台地から下町低地にかけての微地形（山の手台地・崖線や下町の低地・水路網等）がその上部での土地被覆（建物・緑地の分布）を規定してきたこととその変容過程に着目し、微地形と土地被覆の代表的な組み合わせをマトリクス（＝基質）構造として定義する（図 1-5）。尚、微地形と土地被覆を分類する上での統一の境界線として、平成 18 年の道路網を用いる。そして、マトリクス構造による計画原単位を設定し、熱・風環境との評価の有効性を検証する。

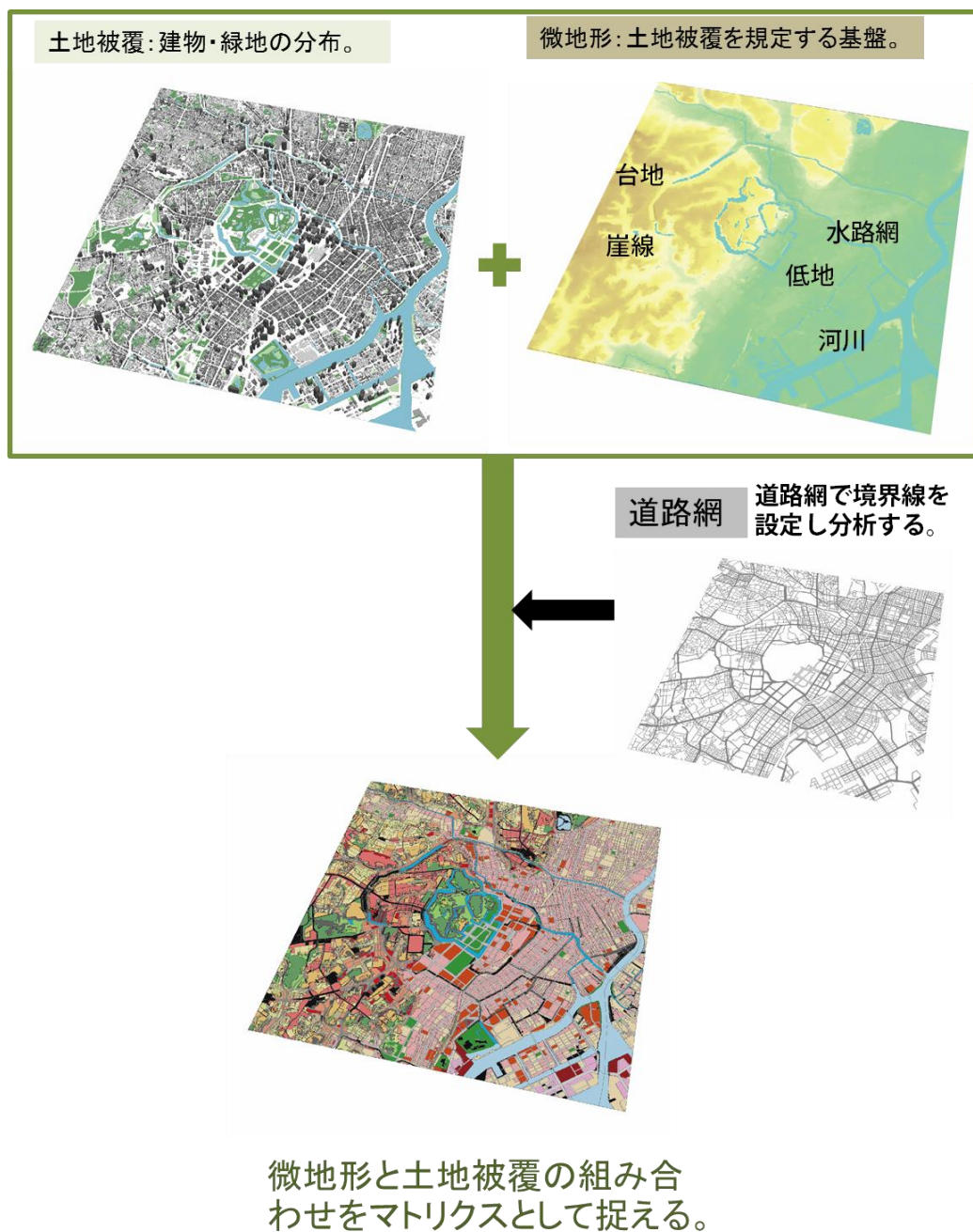


図 1-5. 本研究で提案する空間構造の捉え方=マトリクス構造

1-3-2. 時間軸の導入

第二に、本研究では、東京都心部における微地形上での土地被覆の分布が、上空と地上付近の熱交換効果と、地上付近の熱・風環境にどのように影響を与えているのか、時間軸を導入し検証を行う。具体的には、近代化の生じる以前の明治初期と、現代を対象とし、同一地形・気象条件における二時期の土地被覆の変化によって、熱・風環境がどのように変化したのかを実態解明するとともに、その変化をもたらした要因分析を行うことにより、将来の対策（都市環境計画）への定量的・即地的な展開を図る。

ここで、二時期の微地形上での土地被覆の分布の特質を概観すると、以下のようである。

(1) 江戸期(1608-1868): 微地形に即した土地被覆

江戸期には現代のような造成（土地改変）が困難であったため、谷戸地形の起伏を活かした都市建設が行われた。武蔵野台地の突端に築城された江戸城を中心とし、臨海部から下町低地、山の手台地にかけて、周縁の農地を取り込みながら、都市的土地利用が発達し(図 1-6)、山の手台地（洪積台地）では武家地、下町低地（沖積平野）は町人地と身分・階級による棲み分けが行われた(片桐 2008)。

一下町低地では網の目の様に張り巡らされた水路網を流通の基盤として町人地が発達した。一山の手台地では、微細な谷地形に応じて、斜面地から台地にかけての大名屋敷（崖線沿いの樹林地や庭園の池）が、岬状の台地の突端や谷頭の最も奥まった場所には神社や寺が、谷地には武家地（まばらな樹林地や水田）が、谷地の底には葉脈状の狭い路地に町人地が分布した。このように、開析により生み出された微細な谷地形に応じて、農村的土地利用と身分制に応じた都市的土地利用による土地被覆の異質な要素が分布していた。

(2) 明治期以降(1869-2014): 江戸期の転換と道路網に応じた土地被覆

明治期以降、急速な市街化の視点により、広域スケールでの都市化が生じた(図 1-7)。東京都心部では、近代都市計画以降、都市計画道路の敷設や、前面道路の幅員に応じて容積率を規制する用途地域が導入された。建物は道路網に応じながら高密度化・高層化が進行した。一方、江戸期の地形条件に応じた土地利用は明治期以降の近代国家においても影響を与えている。山の手斜面地～台地に多く分布する大名屋敷や寺社地等の大規模街区は、明治初期の太政官布達により、一部は公園として解放され、政府関係の機関や各国の大使館、学校や病院等の大規模公共施設へと置換された(石川 2001)。経済成長期以降、隅田川沿いや埋立地の大規模街区は経済成長期以降の都市再開発による超高層建築が林立し、緑地は私有地・民有地から公共空間に至るまでの多様な性質の緑被地の混在状態となった。また、谷地や窪地の湿地帯は町人地や組屋敷から敷地の範囲内で建物が入れ替わり、高密市街地が形成された。このように、微地形が江戸期の都市的土地利用を媒介とし、現代に至るまで、建物や緑地の分布に影響を与えている。

まとめると、東京都心部における同一地形上での建物・緑地の分布特性は、江期から明治期以降の近代を経て現代に至るまで、微地形を基盤とし、近代以降に敷設された道路によって建物が規制されながら、建物・緑地等の土地被覆が規定されてきたといえる(図1-8)。このような特質を踏まえ、熱・風環境にもたらした影響を分析・評価することで、環境計画への展開につなげる。

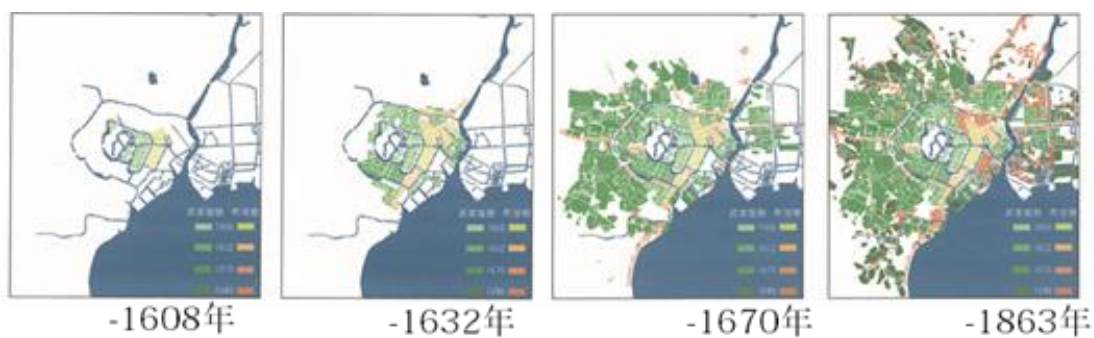


図1-6.江戸期(1608-1868)における都市スケールでの土地利用の変化

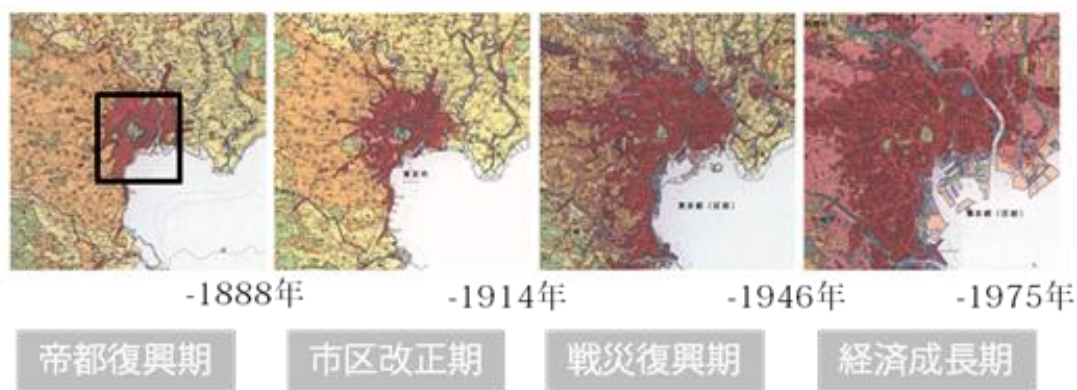


図1-7.明治期以降における広域スケールでの土地利用の変化

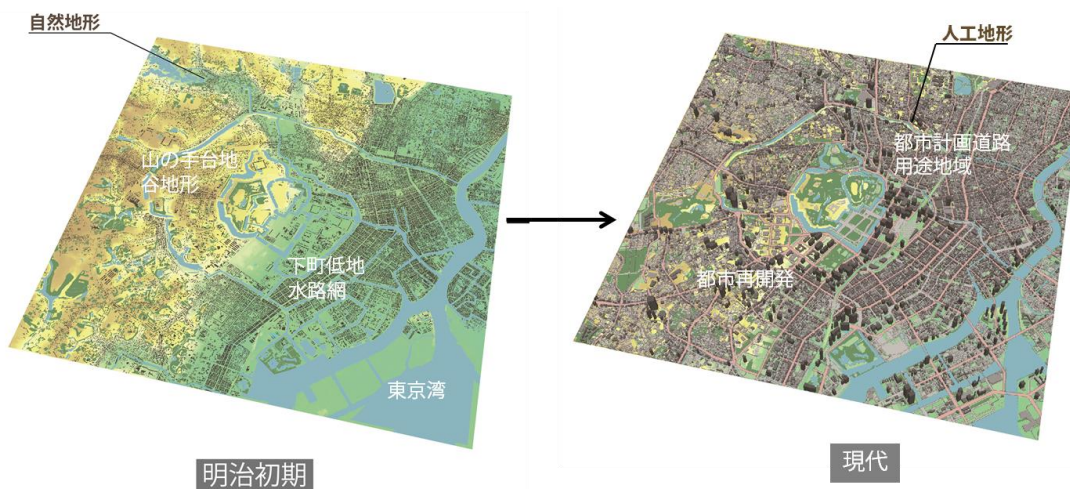


図1-8.明治初期と現代の同一地形上での建物・緑地の変化

1-4. 研究の構成

本研究の構成は図 1-9 のようである。章立てと内容は次のようである。

(1) 研究の背景と目的

本章において、研究の背景と目的、対象地と手法、さらに既往研究を述べる。

(2) データ整備

第2章では、明治初期・現代のマトリクスデータの構築を行う。江戸期の都市構造を継承していたとされる明治初期と、現代の二時期に着目し、建物・緑地の詳細データの構築を行う。また、地形（DEM データ）、建物高さ、人工排熱データの整備を行う。

(3) マトリクス構造の分析

第3章では、自然的骨格である微地形を地上開度により分類し、道路網とかけ合わせ、分析単位を設定する。さらに、単位内の二時期の土地被覆指標を設定し、二期の微地形分類と土地被覆分類を合わせた代表的ランドスケープ・ユニットを設定する。

(4) 熱・風環境の変化分析

第4章では、海洋研究開発機構において開発された MSSG モデルを用いて、地球シミュレータを活用し、同一地形条件上での、明治初期と現代の熱・風環境の広範囲・高解像度数値シミュレーションを実施する。さらに、上空の海風と地上付近の熱交換や、地上付近の気温・風速を算出し、二時期の変化を分析する。

(5) マトリクス構造と熱・風環境の変化の相関分析

第5章では、二時期の地上付近の気温に影響する要因の検証を行う。重回帰分析によって、①ランドスケープ・ユニット②隣接ユニット、③上空との熱交換の気温に影響する指標としての有意性を検証し、ランドスケープ・ユニットの熱・風環境指標としての有効性を検証する。

(6) 都市環境計画

第6章では、熱・風環境評価による都市環境計画の構築を行う。三つの要因別の評価図の作成、評価図に基づく保全・修復・創造の指針図、さらに、現行の都市緑地政策（①緑地保全、②緑地創出）との比較分析を行い、より具体的施策への展開を例示する。

(7) 結論

最後に、以上を総括して結論と今後の課題を述べる。

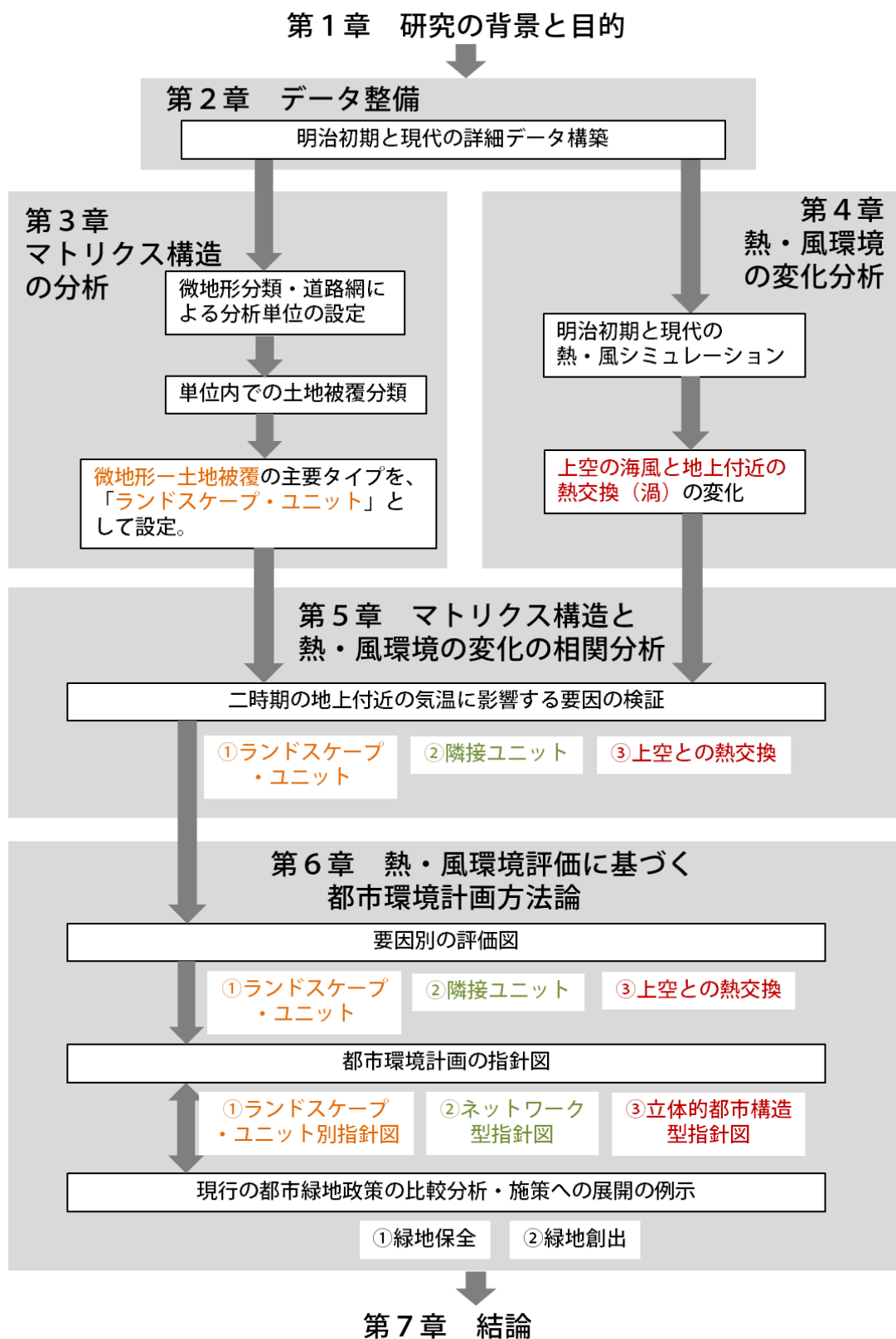


図 1-9.研究の構成

1-5. 研究の対象地

研究の対象地は、東京都心部における皇居を中心とする 7.5 km圏とする。本対象地は、東京湾臨海部から下町低地～山の手台地にかけて広がり、熱環境の悪化が最も顕著な地域である。また、明治 16 年陸軍参謀本部五千分の一測量図において、詳細な建物・緑地データの作成が可能な範囲であり、本研究の目的に照らし、適切な範囲であるとして選定した。

本対象地は東京湾臨海部から下町の沖積低地～山の手洪積台地までが含まれる地域である。図 1-10 は、5mDEM より作成した標高データに東京都建設局による浸水区域図から作成した流域界を載せて示したものである。山の手と呼ばれる東京の都心部は、扇状地状に東へなだらかに傾斜する武蔵野台地と呼ばれる洪積台地の東端部に位置している。砂礫層の上に関東ローム層（赤土）を乗せており、透水性がよい。よって、降った雨が地中に浸透し、ローム層の不透水層（東京層）で湧く場合、水の圧力によって谷頭浸食を起こし急峻な谷を形成し、斜面は断崖状となる。段丘状の洪積台地は上部が平坦で、標高によって下末吉面（海拔約 30m 以上）と武蔵野面（約 20m 程度）の 2 つに大きく分類され、台地を刻む谷の性状にも明確な相違点が見られる。下末吉面では、台地の表面は平坦で、川は極端に蛇行し、上流に行くほど鹿の角のように枝分かかれし、谷は深く、密に分布する（平川流域・渋谷川流域）。一方、武蔵野面では、流れる川には支流が少なく蛇行も比較的緩やかで、刻まれた谷は幅が広くなだらかなである（神田川流域）。対象範囲には、山の手神田川流域・平川流域と渋谷川流域と下町低地の江東区から隅田川流域が含まれている。



図 1-10. 研究の対象地

第2章 データ整備

MSSGにより実行する高解像度シミュレーションに必要な詳細基盤データとして、明治初期・現代の土地被覆データ、標高データ、建物高さデータ、人工排熱データを5m解像度で作成し、フォーマット等の整備を行った。

表 2-1.データ一覧

データ種類	項目	明治 16 年	平成 18 年
(1) 土地被覆データ	建物	形状は明治 16 年参謀本部陸軍部五千分の一測量図	形状は平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ(建物用途現況)
	緑地	明治 16 年参謀本部陸軍部五千分の一測量図	平成 18 年東京都都市計画基礎調査 GIS データより草地 東京都現存植生図より樹林地
	水面	明治 16 年参謀本部陸軍部五千分の一測量図	平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ
	建物敷地	裸地	平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ (土地利用現況)
	道路	明治 16 年参謀本部陸軍部五千分の一測量図	平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ (土地利用現況)
(2) 標高データ	地形	数値地図 5m メッシュ標高 (国土地理院 DEM データ)	
(3) 建物高さデータ	建物	高さは土地利用別に設定 (町人地は 2 階、他は 1 階)	高さは平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ(土地利用現況) より用途別に算定
(4) 人工排熱データ	建物	—	高さは平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ(土地利用現況) より算定
	工場	—	平成 18 年において、国土交通省・環境省調査報告書に示された建物用途別・延床面積規模別、道路別の排熱量原単位を乗じて用途別に各建物の時刻別排熱量を推定
	道路		
(5) 土地利用データ	土地利用	江戸情報地図より身分制別土地量データ整備	平成 18 年度の東京都都市計画 GIS データ (土地利用現況)

2-1. 明治初期及び現代の土地被覆データの整備

(1) 明治初期土地被覆データの構築

まず、明治初期データの構築を行った。明治初期データには、明治16年参謀本部陸軍部五千分の一測量図（以降測量図）を用いた(図2-2)。本測量図は、陸軍参謀本部により手描きにおいて描かれた最初期の図面であり、皇居を中心とし約7.5km圏の範囲内を詳細に再現している。建物は、一軒一軒が正確に再現され、また緑地は、水田・畑地等の農地や、桐・檜・樅といった樹種、宅地内における樹木一本一本の配置までが詳細に手描きで表現されている。よって、本研究の目的に適うものとして、データ化を行った。まず、ArcGISに測量図を取り込み、「ジオリファレンス」機能を用い、平成18年街区（土地利用現況）データと、測量図の街区形状が整合するように調節した。町人地や寺社地といった土地利用(図2-1)については、江戸情報地図より街区に属性を与えた。

■建物データ

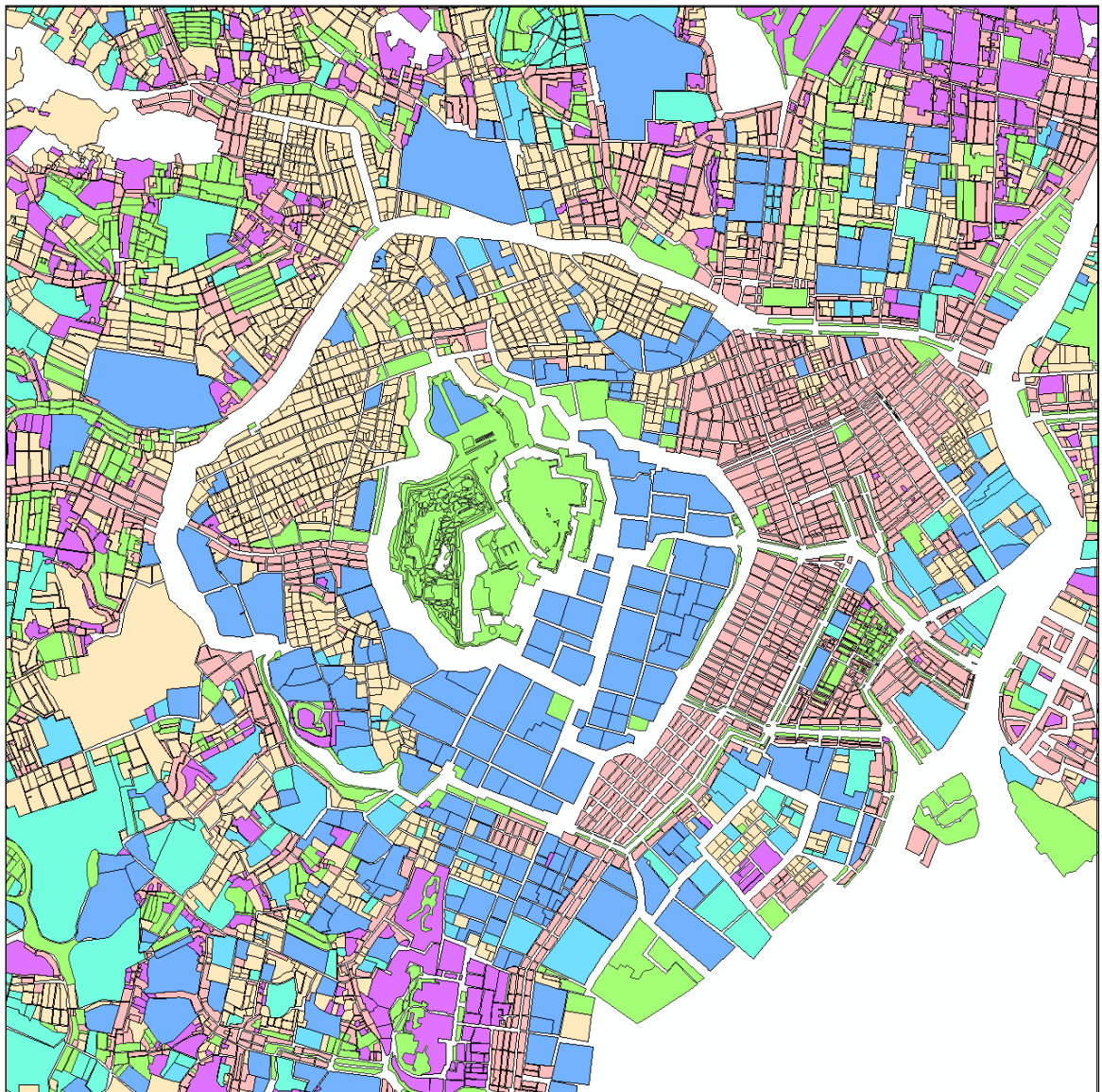
建物データに関しては、Illustrator上において測量図中の建物のプロットを行い、画像データとして書き出した上で、ArcGIS10において、「アジャスト」機能を用いて、測量図と整合するように修正した。さらに、「ラスターポリゴン」変換機能を用いてポリゴンへと変換を行った。結果、約40万ポリゴンの建物が作成された。さらに、「マージ」機能を用い、重なっている箇所を除去した結果、約69000ポリゴンの建物データが作成された。また、建物階高に関しては、既往研究を基に、下町低地における町屋敷・大名上屋敷の塀は二階建て、山の手台地における一般武家地は一階建て（平屋）とした(図2-4)。

■緑地データ

緑地データに関しては、測量図内で見られた全凡例について、GISデータ化を行った。尚、宅地内の樹林地や池等までを、視認により抽出した(図2-2,2-3)。図内で見られた凡例は、表2-2のようである。結果、微地形条件に応じ、緑地の分布特性に際が見られた。具体的には、台地、低地に多く分布した大名屋敷内部では、庭園内に芝地が導入されたことが既往研究により明らかとされているが、図面内にも芝の記載が多く見られた。一方、武家地等の宅地内には、梅・松・檜・杉・桐などの鑑賞樹木が多く見られた。また農地では、畑・茶・桑・芋といった凡例が見られ、これは明治初期に行われた桑茶政策を反映していると考えられる。一方、南部の台地上には畑地が、下町低地や山の手谷地には、水田等が点在しており、臨海部には、荒地や湿地が分布している様子が見てとれた。このように微地形に応じて異なった特質をもつ緑地が分布していることがわかった。これらの凡例を、現代データとの整合性が取れるように、樹林地・草地・裸地・水面に四分類を行った。竹・雑樹・松・杉・檜・梅等は樹林地、茶・桑・芋等の畑地や庭園内の芝生は草地、荒地は裸地、水田・湿地は水面とし、現況の土地利用4分類に対応させた(表2-2)。

■水面データ

水に関しては、水路網、溜池や、庭園内の微細な池をGIS上で水データとして作成した。



- 公儀地
- 寺社地
- 大名上屋敷
- 大名中屋敷
- 大名下屋敷
- 武家地
- 町人地



図 2-1.江戸期身分別土地利用データ



図 2-2.新橋地区における明治 16 年陸軍参謀本部測量図の様子



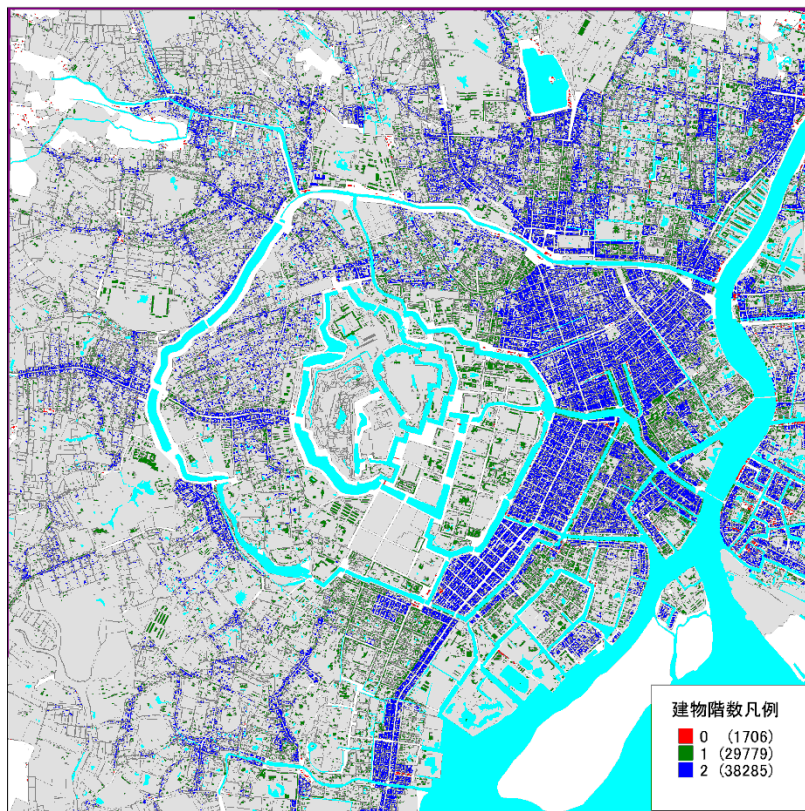
図 2-3.GIS データ化



500m

表 2-2. 地図内で見られた凡例と MSSG の土地利用インデックスの対応

地質	標高	土地利用	地図中に見られた凡例	緑地分類
山の手 (洪積台地)	台地 (標高 25~ 35m)	庭園 大名屋敷	青 + 点 芝 樹林 芝 + 樹林	草地 樹林地
			梅 松 檜・杉・桐 楓 橘	樹林地
		住宅 町屋敷	畑 茶 桑 芋 果樹	草地 樹林地
	斜面地	未利用	樹林 竹・雑樹 荒地	樹林地 樹林地 裸地
	低地 (標高 0~5m)	農地 未利用	田 湿地 水	水面
		住宅 庭園	町屋敷 大名屋敷	— 芝 樹林 芝 + 樹林
未利用	荒地 湿地		裸地 農地	



江戸時代の街区 GISデータ 江戸時代の水 GISデータ 図 2-4.明治 16 年建物階高データ

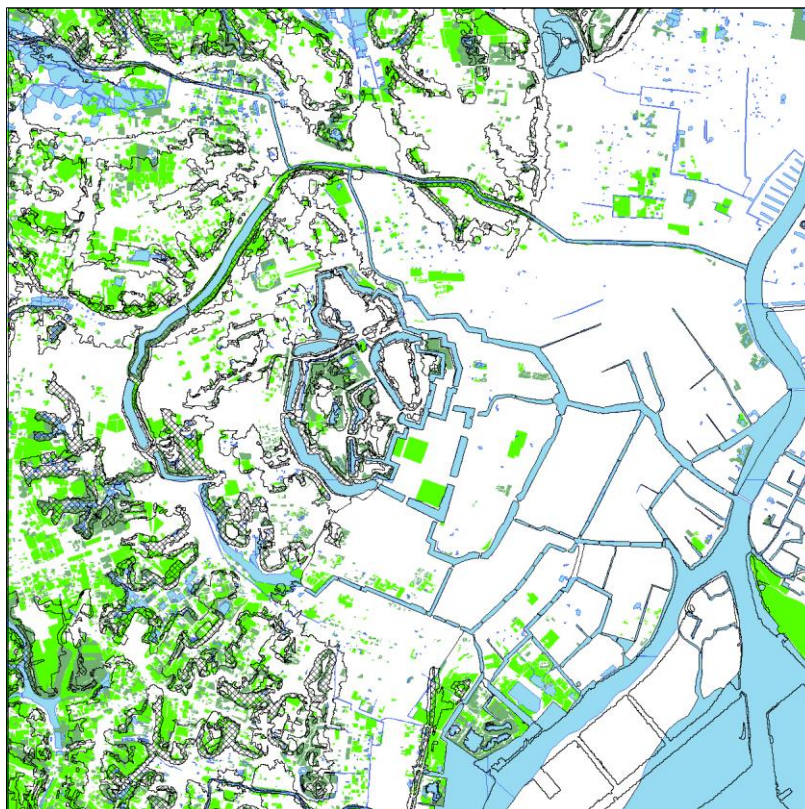


図 2-5.明治 16 年緑地・水面データ

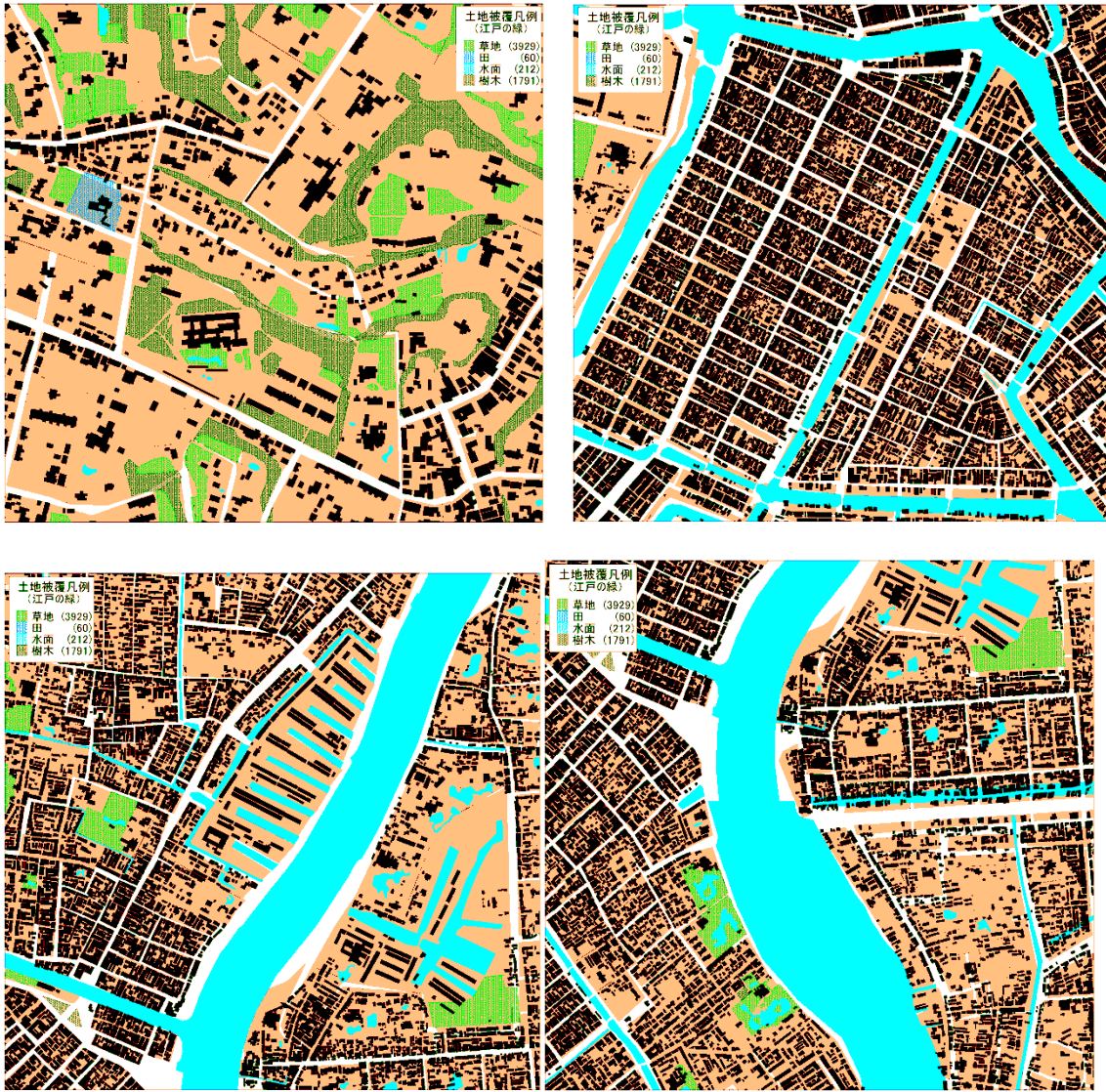


図 2-6.明治 16 年 GIS データ化例

(2) 平成18年土地被覆データの構築

■建物

平成18年度の東京都都市計画GISデータ(土地利用現況、建物用途現況)を用いた。GISデータの土地用途属性(図2-7)とMSSGに入力する土地利用インデックスとの対応付け(表2-3)を行い、メッシュごとに代表土地利用データを作成した。

■樹林地・草地・水面

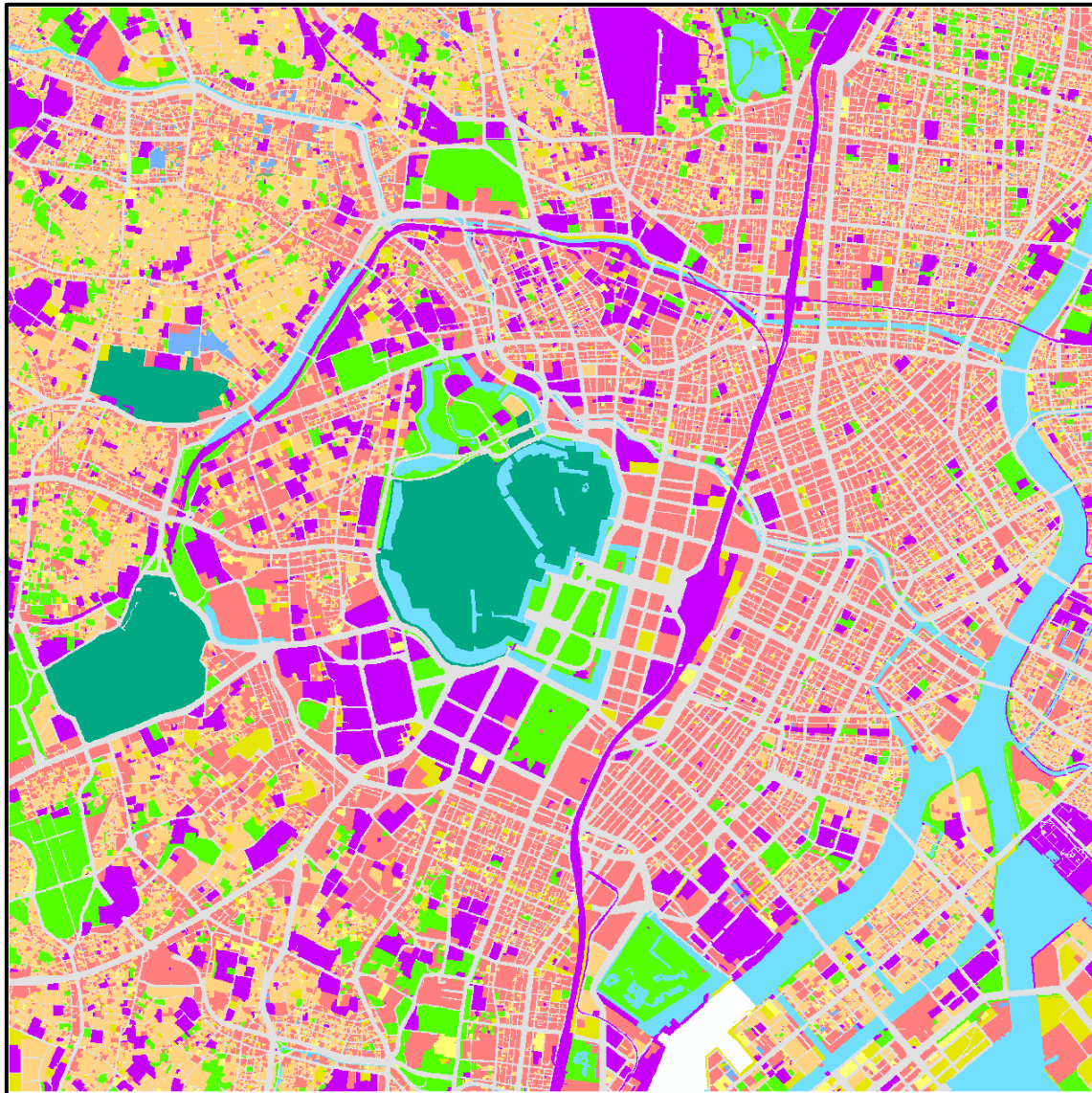
建物と同様に、土地利用インデックスとの対応付けにより作成した。また、樹木に関しては、1/25,000の東京都現存植生図GISデータ(1990年代)を用い、樹群を土地利用の1種として同様にメッシュ分割(5mメッシュ)を行い、GISの土地利用との面積の比較により代表土地利用をデータ化した。

■建物敷地・道路

道路は、アスファルトとし、建物敷地は、コンクリートとして設定した(図2-13)。

表2-3.東京都GISの土地用途分類とMSSGの土地利用インデックスの対応

東京都GISの土地用途分類		土地利用インデックス	
主用途	コード	名称	コード
公共用地	官公庁施設	111	建物敷地 2
	教育文化施設	112	建物敷地 2
	厚生医療施設	113	建物敷地 2
	供給処理施設	114	建物敷地 2
商業用地	事務所建築物	121	建物敷地 2
	専用商業施設	122	建物敷地 2
	住商併用建物	123	建物敷地 2
	宿泊・遊興施設	124	建物敷地 2
住宅用地	スポーツ・興行施設	126	建物敷地 2
	独立住宅	131	建物敷地 2
	集合住宅	132	建物敷地 2
	工業用地	専用工場	141
住居併用工場		142	建物敷地 2
倉庫運輸関係施設		143	建物敷地 2
農林漁業施設等		150	草地 4
空地	屋外利用地・仮設建物	210	建物敷地 2
	公園・運動場等	300	草地 4
	未利用地等	400	アスファルト 3
道路	510	アスファルト 3	
鉄道・港湾等	520	アスファルト 3	
農業用地	田	611	草地 4
	畑	612	草地 4
	樹園地	613	草地 4
	採草放牧地	620	草地 4
水面・河川・水路	700	水面 5	
林野	原野	800	草地 4
	森林	900	草地 4
その他	220	アスファルト 3	
不明	0	アスファルト 3	
不整合	9	アスファルト 3	
(東京都現存植生図から求める)		樹木	6
(東京都建物GISから求める)		建物内	1



- その他
- 公園・緑地等
- その他の公共公益施設用地
- 住宅地
- 商業・業務用地
- 工業用地
- 空地
- 造成中地
- 河川・湖沼等
- 山林・荒地等
- 道路用地



図 2-7.平成 18 年土地利用データ

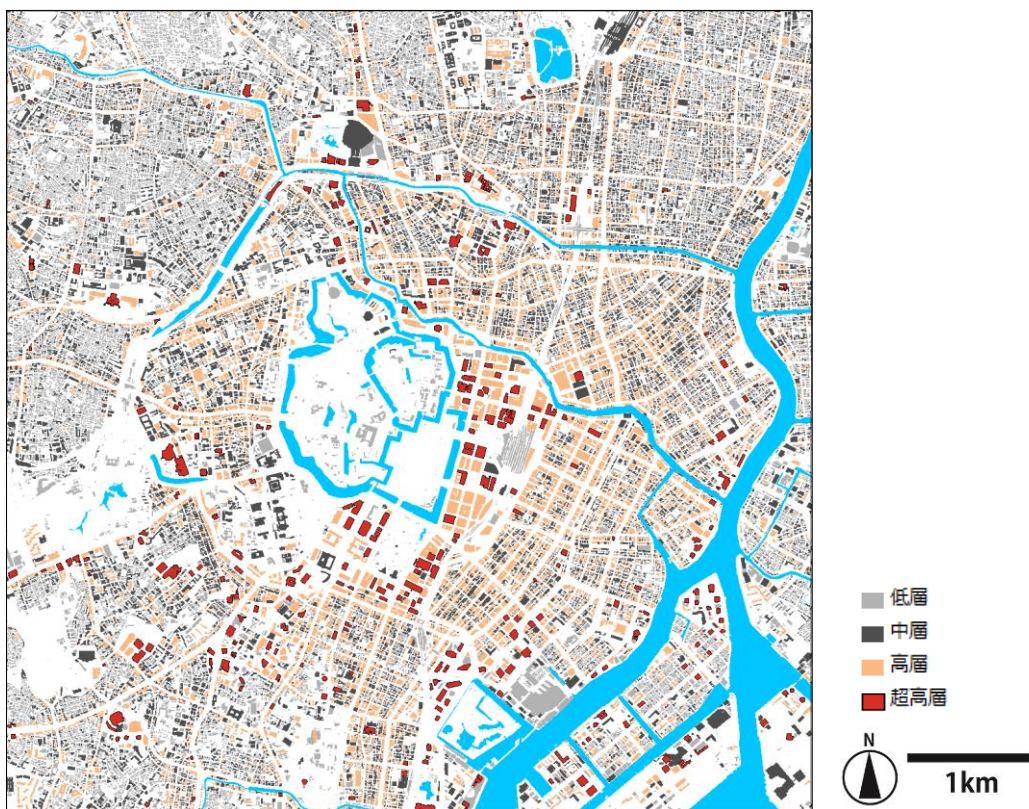


図 2-8 平成 18 年建物階高データ

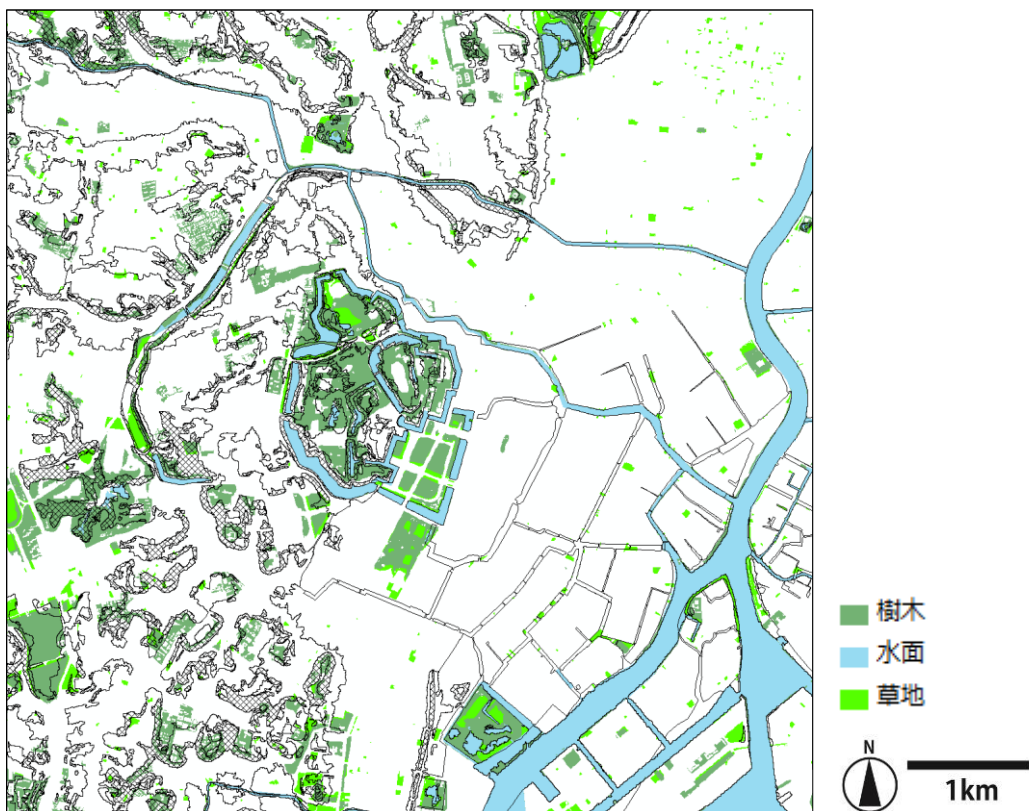


図 2-9 平成 18 年緑地・水面データ

(3) 二時期の土地被覆データの整合性

以上のデータについて、明治16年のデータ範囲に合わせて、明治16年と平成18年を比較したものが図3-2である。明治16年の土地被覆で見られた裸地、草地、畑に関しては草地とし、田、水域に関しては、水域とし、平成18年の土地被覆と整合性を取れるよう、6種類（建物、建物敷地、アスファルト、草地、水域及び樹木）に再分類した(図2-10)。

尚、土地被覆別の地表面温度と物性値に関しては、一ノ瀬らの既往研究を参照し、表2-4、図2-11のように設定を行った。

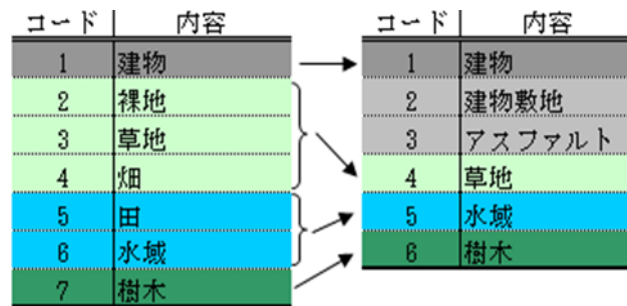


図 2-10.明治 16 年と平成 18 年の土地被覆の整合性

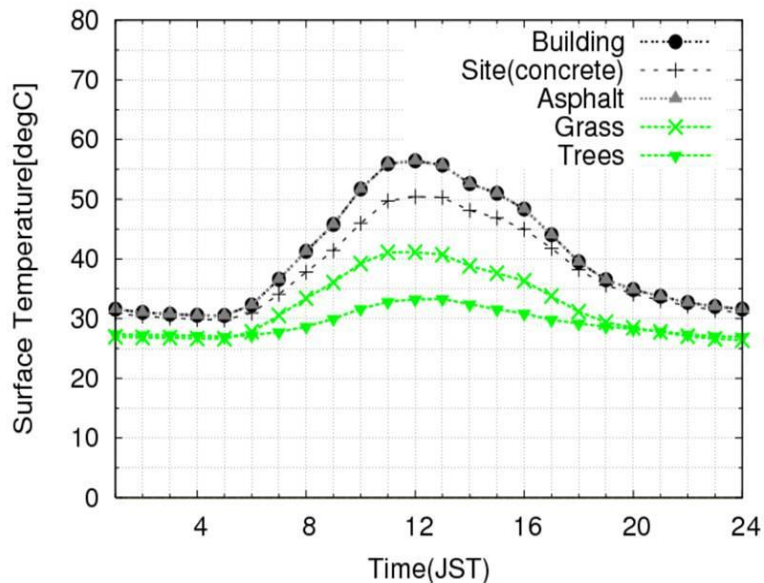


図 2-11.土地被覆の時間帯別地表面温度設定

表 2-4.土地被覆の熱的パラメータの設定

No	インデックス名	粗度長	蒸発効率	アルベド	射出率
1	建物内	0.50	0.00	0.18	1.00
2	建物敷地	0.50	0.02	0.18	1.00
3	アスファルト	0.50	0.00	0.18	1.00
4	草地	0.50	0.30	0.16	1.00
5	水面	0.001	1.00	0.07	1.00
6	樹木	0.50	0.30	0.16	1.00

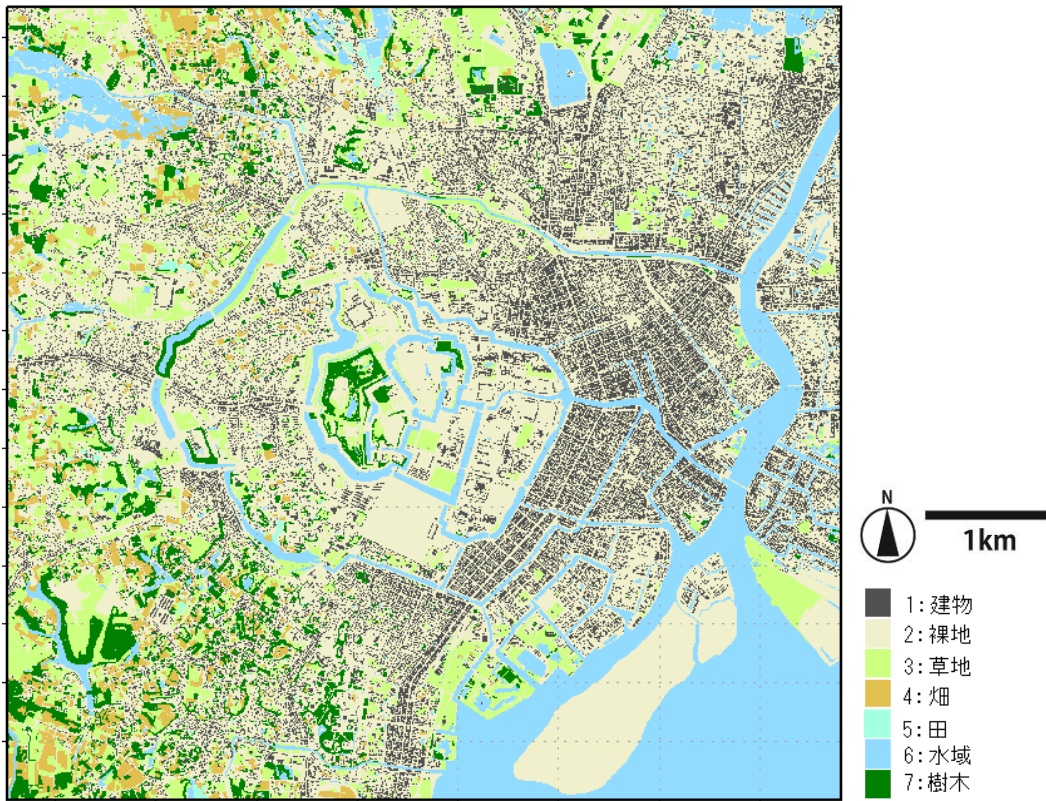


図 2-12 明治 16 年土地被覆データ

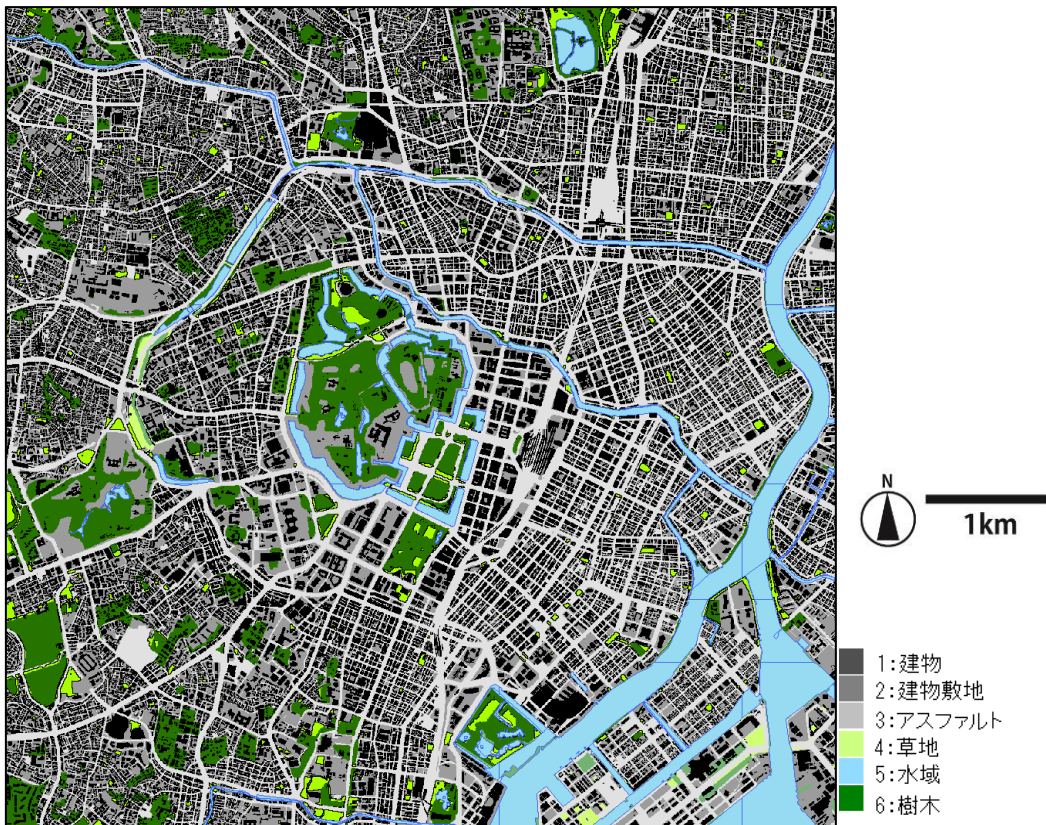


図 2-13 平成 18 年土地被覆データ

2.2 標高データの整備

■地盤面の標高については、国土地理院の 5m 数値標高モデル DEM(Digital elevation Model) (図 2-14)を用いた。対象地は、高度-5~35m に位置していることがわかる。

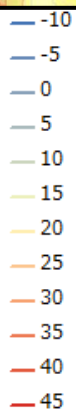
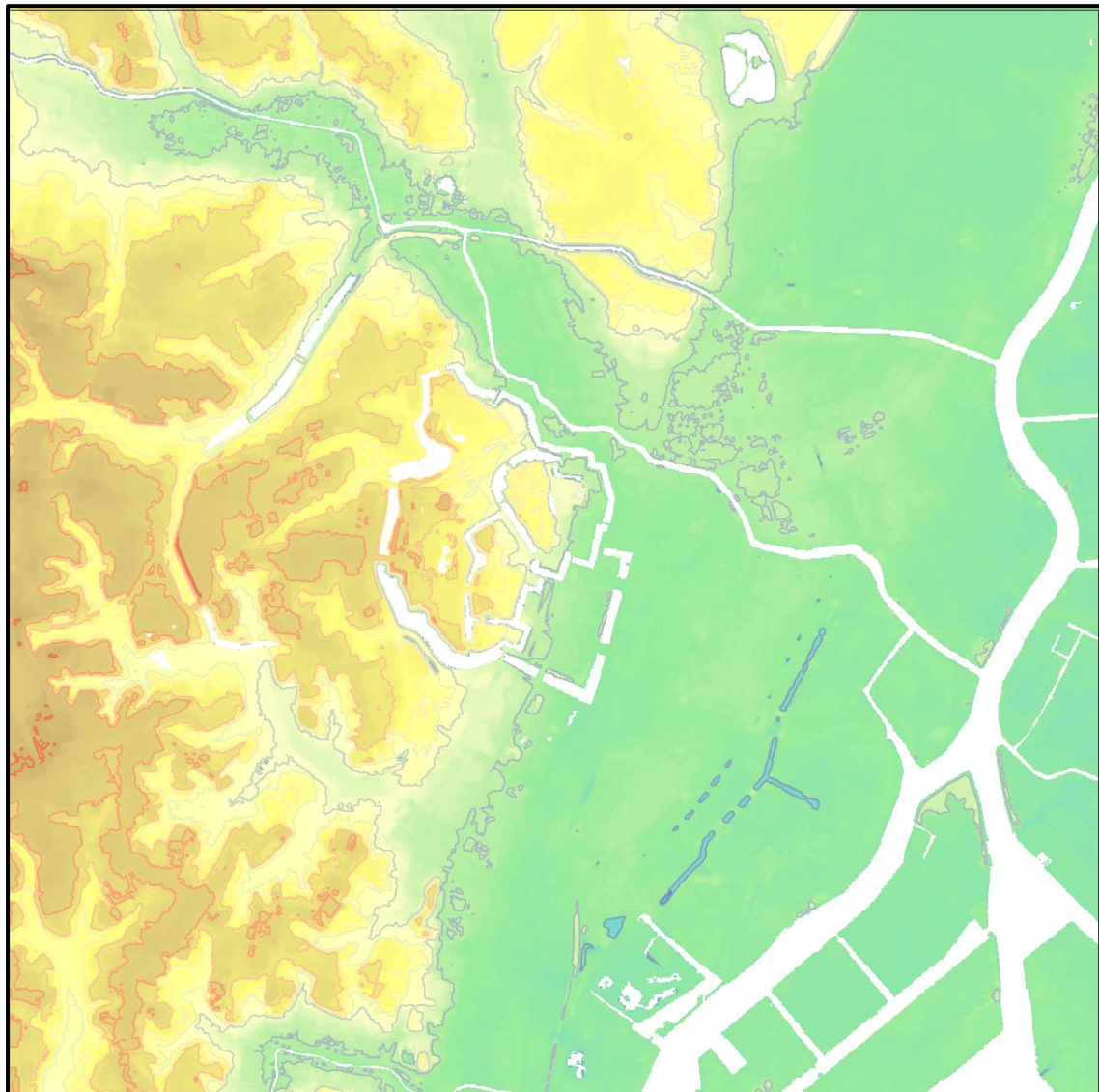


図 2-14.5m メッシュ DEM データ



2.3 建物高さデータの整備

■建物高さデータの整備

建物高さに関しては、東京都都市計画 GIS の建物データ（建物用途現況）より、東京 23 区における建物用途・延床面積規模毎の平均階高に関する知見を利用し、各建物の相対高（地表面からの高さ）を算出した。独立住宅および集合住宅の平均階高は床高の補正の有無にかかわらず 3m 以上である。独立住宅の方が集合住宅より値が少し大きい。官公庁施設、専用商業施設、専用工業施設の平均階高は 4m 以上であり、事務所建築物は 3.5m である。供給処理施設、スポーツ興行施設、倉庫運輸関係施設の平均階高は 5m を超える。なお、対象範囲内を通過する東京高速道路の一部区間は高架道路下が建物となっており、当該区間は建物としてデータに反映した。

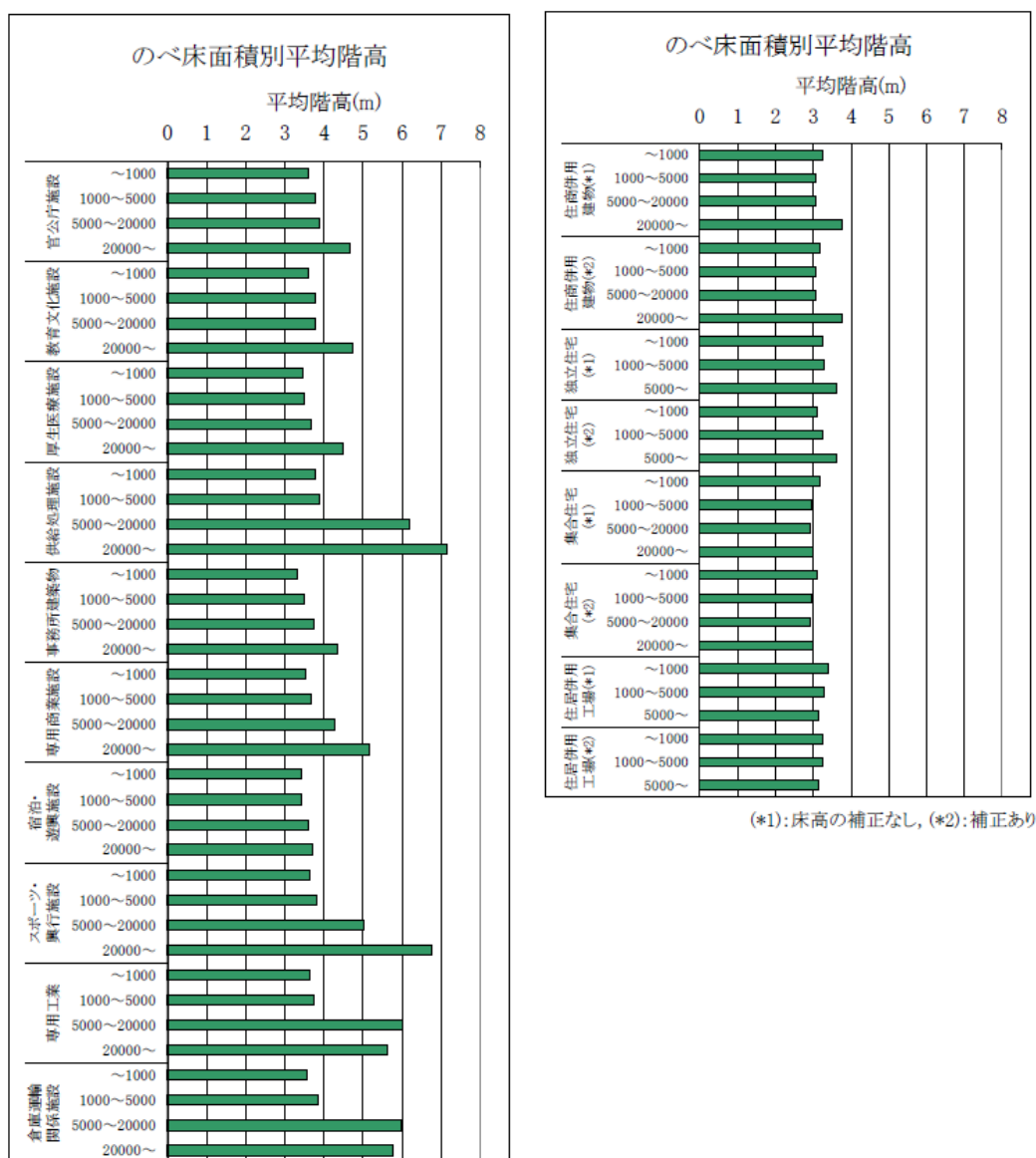


図 2-15.用途別延床面積規模別平均階高

■幾何データのメッシュ整備

建物メッシュデータの整備手法については、国土技術政策総合研究所資料：「地球シミュレータを用いた東京 23 区全域における高解像度のヒートアイランド数値解析」に準じた。以下で上記の資料を参照し、整備手法を簡潔に述べる。

—開口率と体積占有率

3次元セルの建物等幾何データのメッシュ値はセル界面の開口率とセル内の流体の体積占有率で表される。開口率は東西南北上下6面で定義され、各界面における流体が通過可能な面積の割合を示している。体積占有率はセル頃に定義され、セル内に占める流体の体積割合を示している。たとえば、図 2-16 の左図のようにセル内に接する球体が存在する場合は、開口率は 1.0、体積占有率は約 0.4764 となる。右図のように右下隅の半分が立方体でふさがれている場合は、南、東、下面の開口率が 0.75 となり、体積占有率は 0.875 となる。

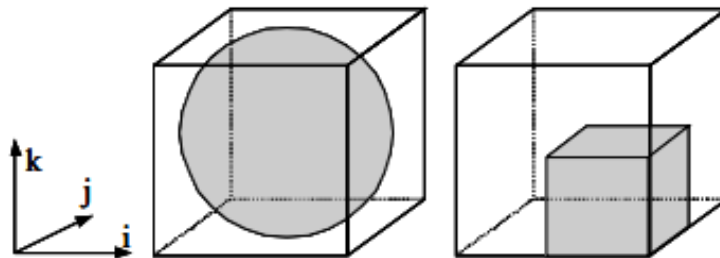


図 2-16.開口率・体積占有率の計算例

左：球体の場合、右：直方体の場合（国土交通省資料より）

メッシュの鉛直面（東西南北4面）の開口率の計算方法を図 2-17 (a) に示す。地面から順に見ると、以下のようになる。

k=0 は完全に地中にあるので開口率=0

k=1 は大部分が地面と建物でふさがれているが、一部が解放されているので開口率=0.15

k=2 は建物 1 と建物 2 で塞がれているので、開口率=0.35

k=3 は建物 1 の一部と建物 2 で塞がれているので、開口率=0.40

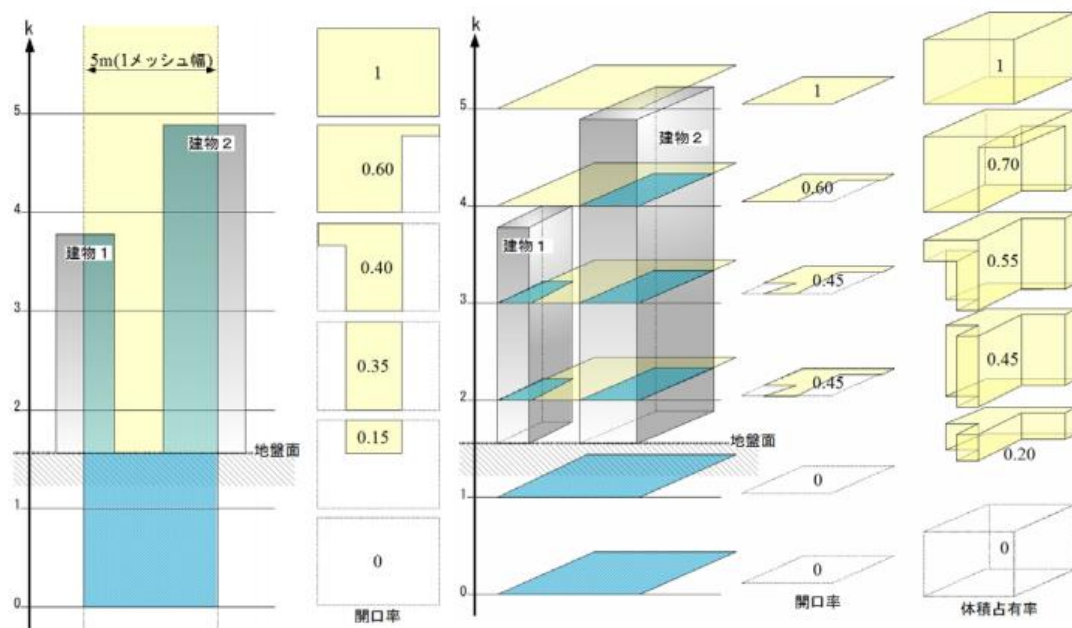
k=4 は建物 2 で塞がれているので、開口率=0.60

k=5 以上は建物がないので開口率=1.0

同様に水平面(上下2面)開口率と体積占有率は図 2-17(b)のように求める。以上の定義に基づいて、5m メッシュのポラスデータを整備した。

—屋上面・壁面の面積

エネルギー輸送方程式を解く上で、解析セル内において顕熱が放散される建物の屋上面・壁面の面積の情報を知る必要がある。解析セル内の壁面面積については、5mメッシュ毎に分割された建物の周囲超に高さを乗じて算出した。図 2-19 のように 1セルに複数の建物が含まれる場合は各建物の合計面積とし、また建物同士が接している部分は合計壁面積から除く処理を行った。



(a) 開口率 (東西南北)

(b) 開口率 (上下)、体積占有率

図 2-17. 開口率・体積占有率の計算例 (国土交通省資料より)

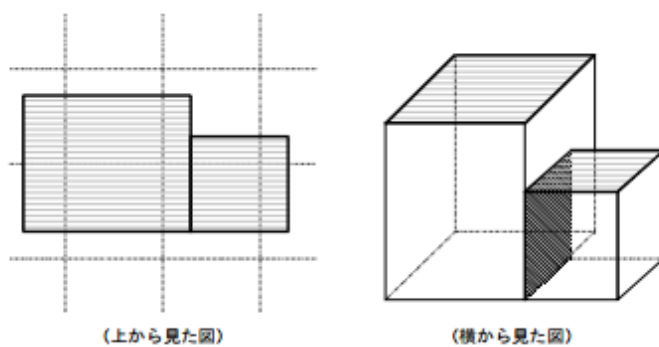


図 2-18. 密集した建物の屋上面及び壁面 (国土交通省資料より)

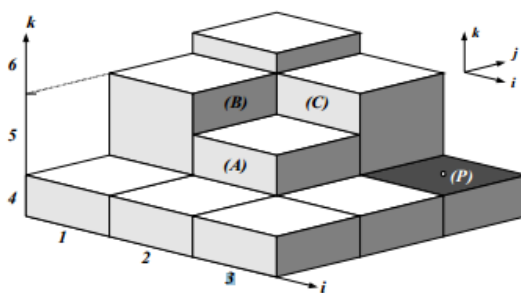


図 2-19. 詳細化した建物の屋上の一部 (国土交通省資料より)

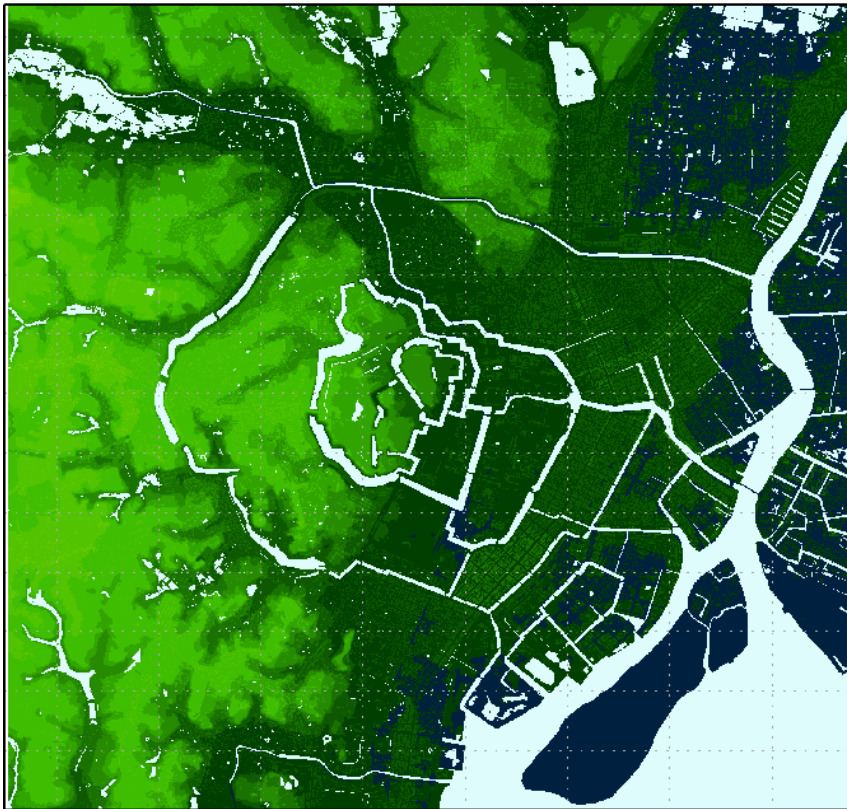


図 2-20.明治 16 年標高と建物高さ

※水域部分は、河川や海が分かりやすいように色付けしており、実際の標高が 0.1m 以下という訳ではない。



図 2-21.平成 18 年標高と建物高さ



2-4. 人工排熱データの整備

人工排熱については、建物・交通（車）・工場からの人工排熱を対象とした。

(1) 建物別排出位置別排熱量データ(オフィス、住宅、地域冷暖房施設等)

オフィスや住宅等からの建物排熱は、前出の都市計画GISの建物データを用いて算出した建物用途別・延床面積規模別の延床面積に、国土交通省・環境省調査報告書に示された建物用途別・延床面積規模別の排熱量原単位を乗じて用途別に各建物の時刻別排熱量を推定した。また地域冷暖房供給区域に関しては、熱供給事業者から公表されている供給延床面積や熱源機器構成の情報をもとに、国土交通省・環境省調査報告書に示された排熱量原単位と推定方法により地域冷暖房施設からの排熱を推定した。排熱位置についても、同様に設定した（図2-22～29）。

(2) 3次元自動車消費エネルギー量データ

国土交通省・環境省調査報告書の排熱量（＝消費エネルギー量）原単位と推定方法に従い、幹線道路と非幹線道路からの時刻別排熱量を推定し、建築研究所業務報告書に示された方法によりメッシュ配分し、路面高さから放熱されるものとして3次元自動車排熱量データベースとした。

(3) 工場排熱（地上からの放熱分）

工場からの排熱量は、国土交通省・環境省調査報告書の推定方法に従って推定した。尚、建物・工場からの人工排熱の排熱位置に関しては、国土交通省資料を基に設定を行った（表3-3）。

表2-5. 人工排熱の排出位置（国土交通省資料より）

区分	排熱の種類	細分類	排出位置(高さ)
建物	建物排熱(DHC供給建物を除く)	住宅系建物(併用含む)	壁面
		非住宅系建物	屋上面
	DHCプラントの排熱		屋上面
	DHC供給建物の換気排熱	住宅系建物(併用含む)	壁面
非住宅系建物		屋上面	
事業所	工場排熱	地上排熱	屋上面
		煙突排熱	施設(建物)高さ+10m
	清掃工場・火力発電所排熱	地上排熱	屋上面
		煙突排熱	(絶対)煙突高さ
自動車	幹線道路からの排熱	高速道路	最上位の路面
		水面上の橋	橋上の路面
		上記以外	地盤面
	非幹線道路からの排熱	水面上の橋	橋上の路面
		上記以外	地盤面

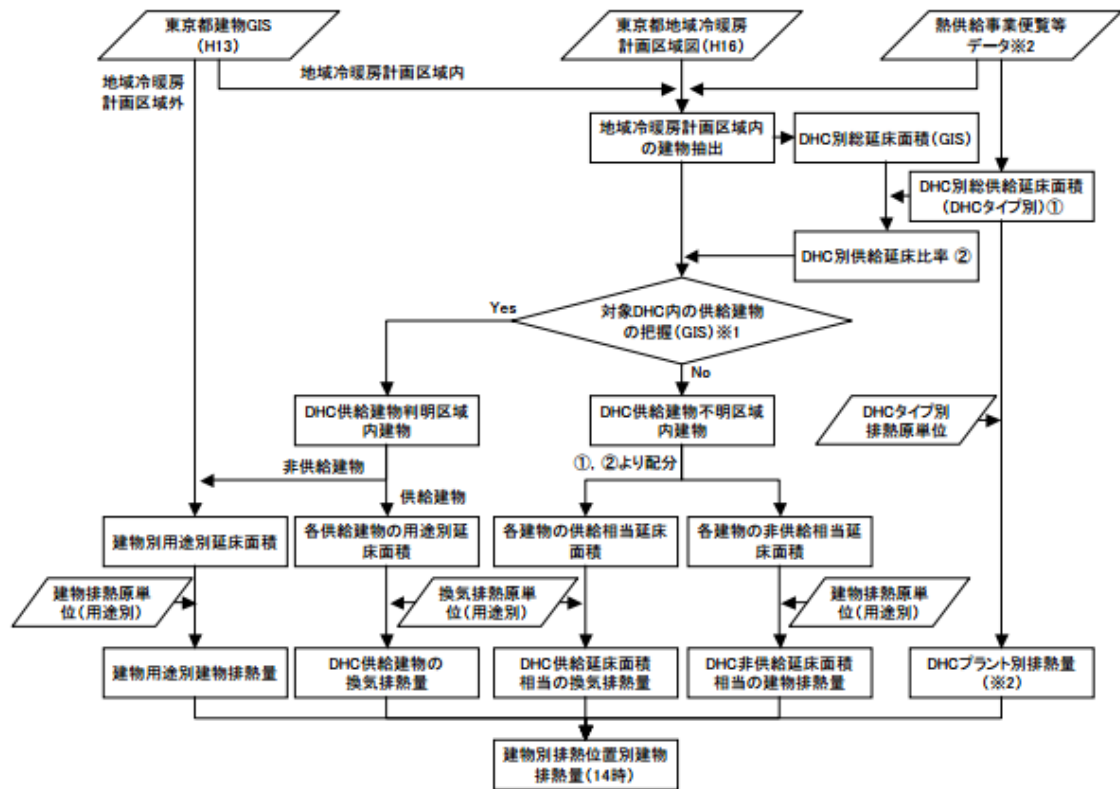


図2-22. 建物排熱の推計フロー（国土交通省資料より）

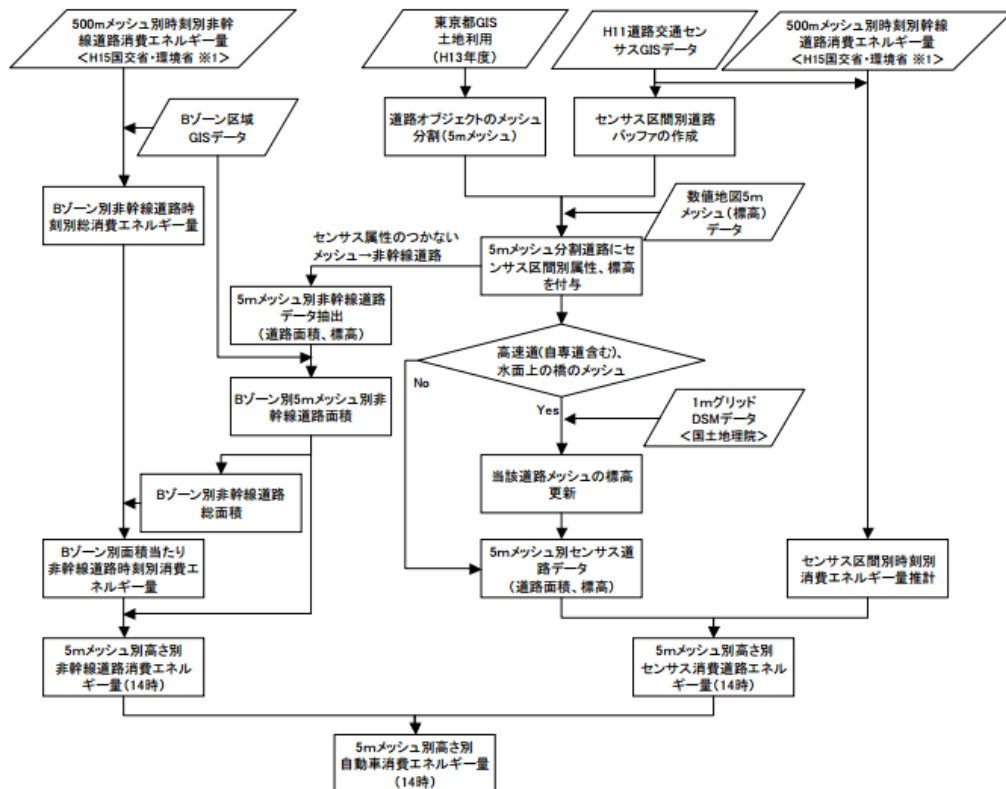


図 2-23. 自動車排熱（消費エネルギーベース）の推計フロー（国土交通省資料より）

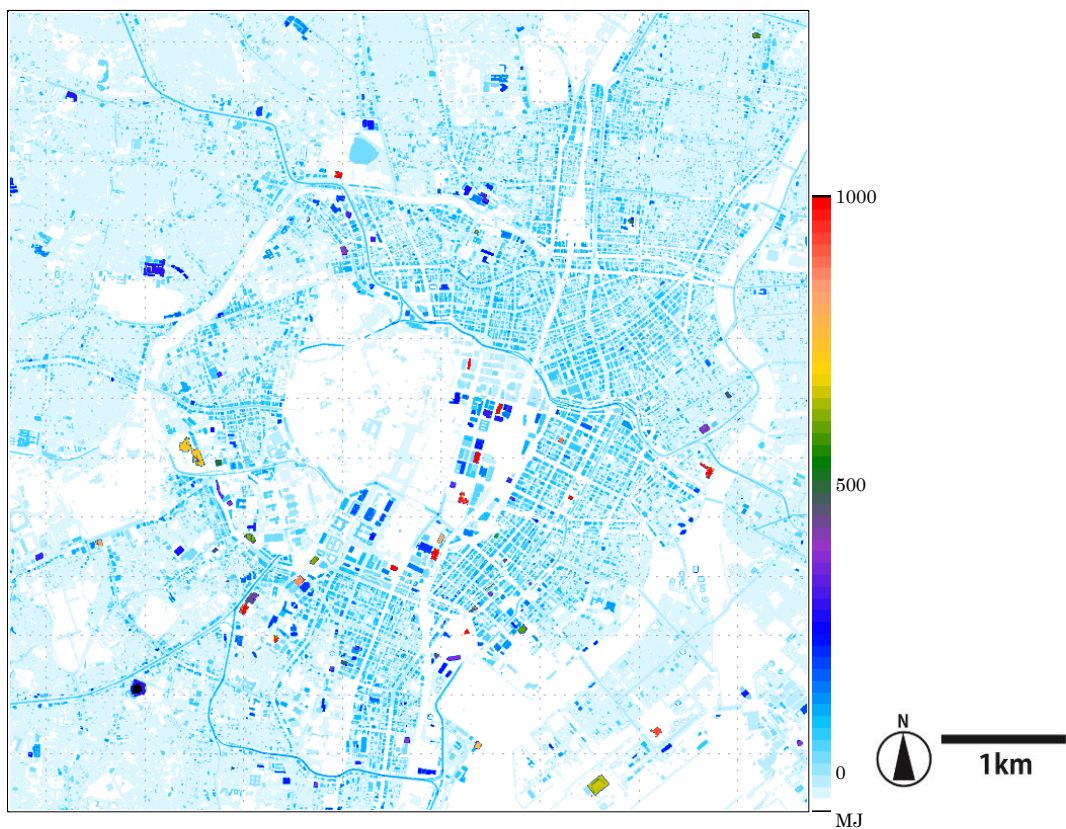


図 2-24.建物・道路の顕熱分布

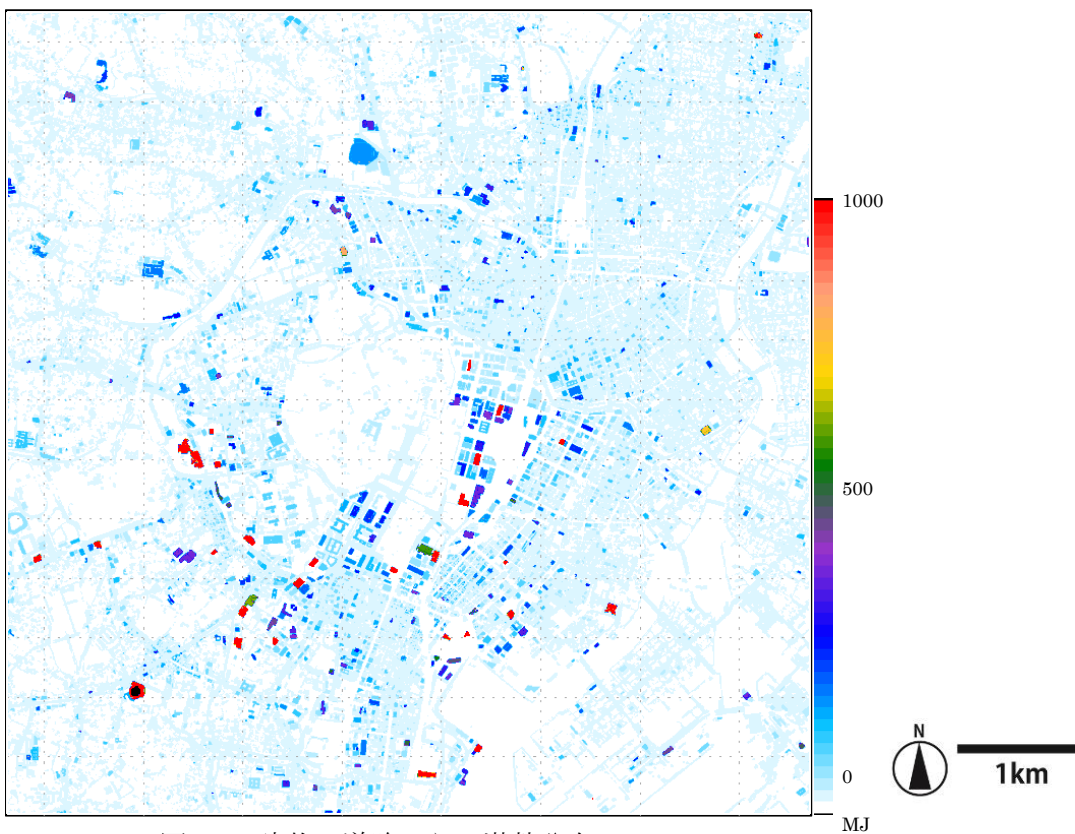


図 2-25.建物・道路からの潜熱分布

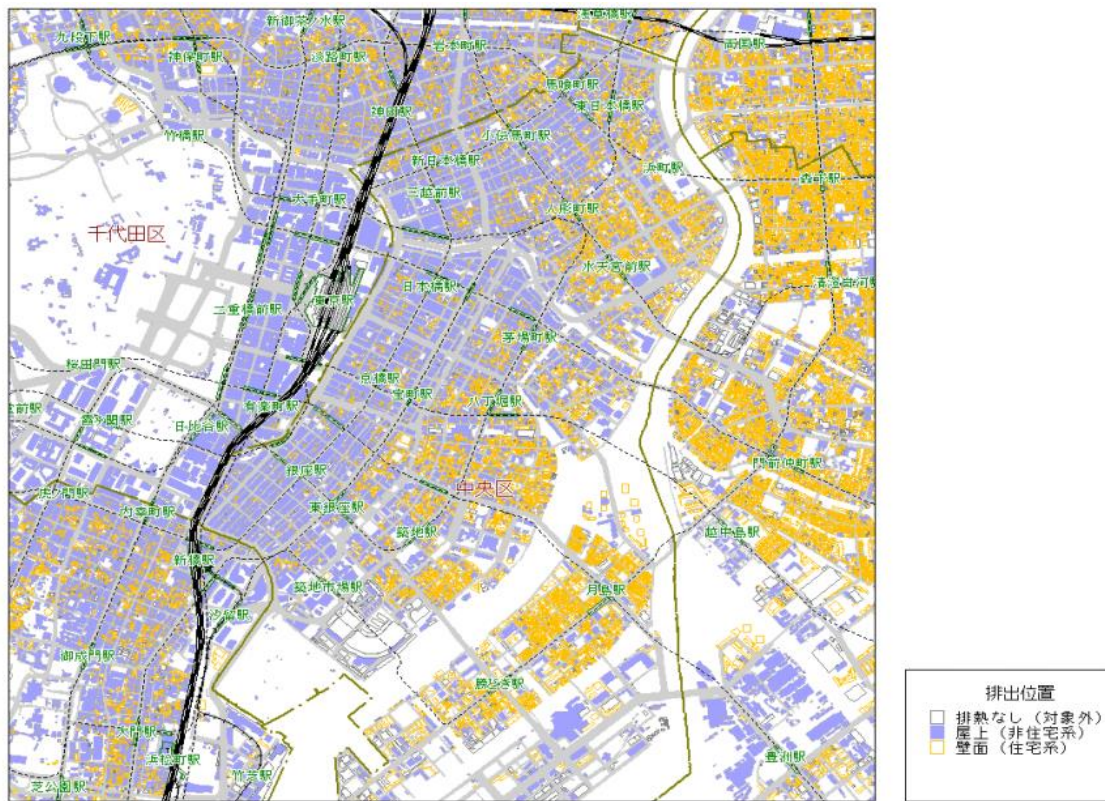


図 2-26.建物各棟からの排出位置（国土交通省資料より）

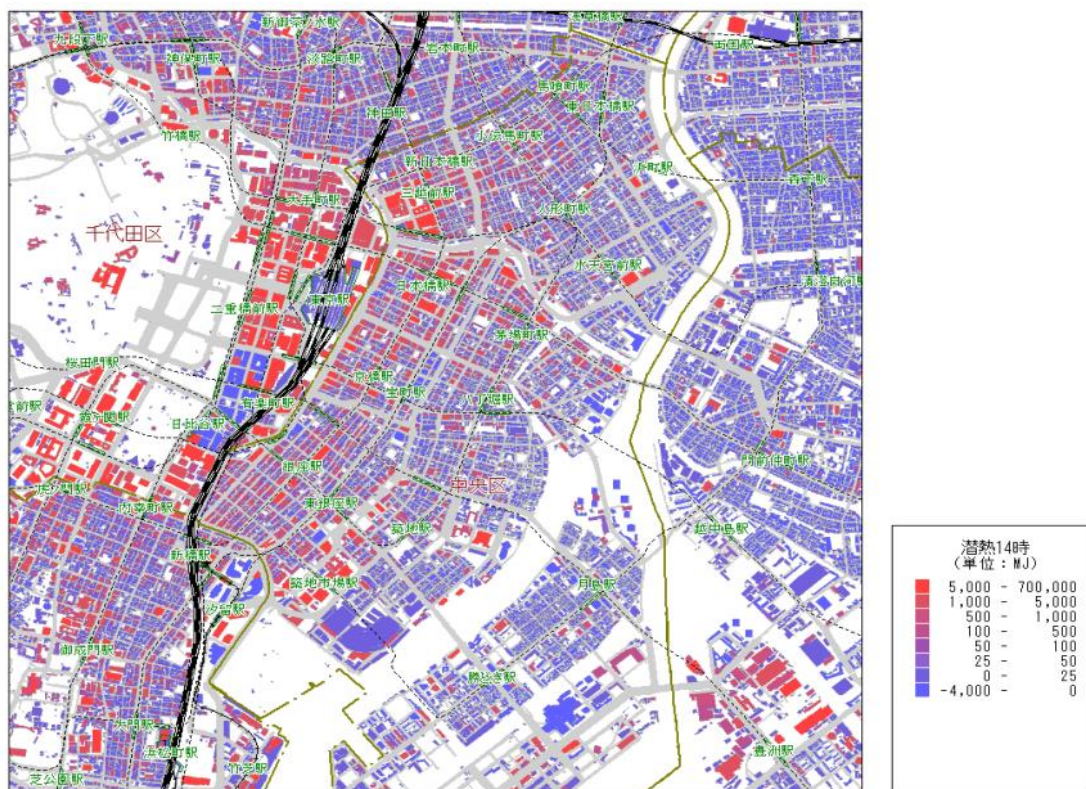


図 2-27.建物各棟からの潜熱分布例（14時）（国土交通省資料より）

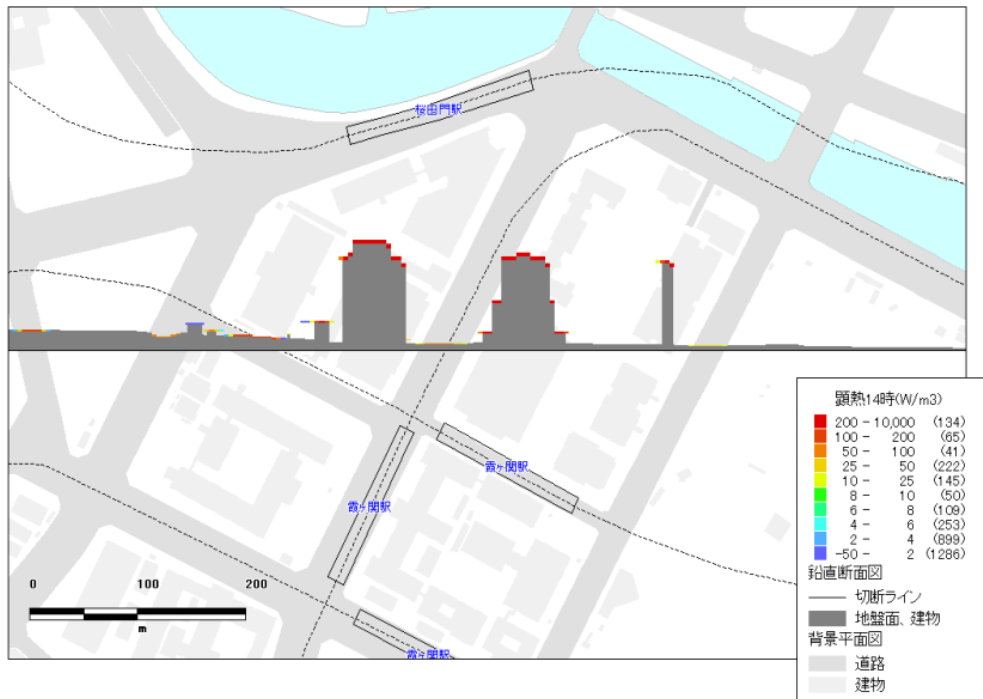


図 2-28. 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）
 （国土交通省資料より）

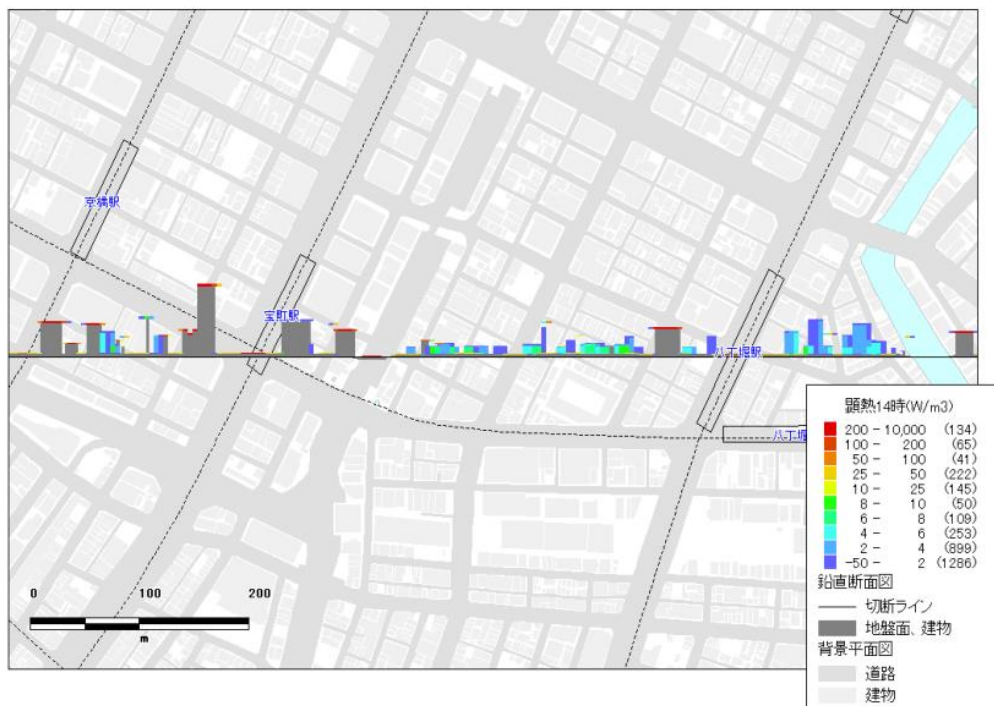


図 2-29. 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）
 （国土交通省資料より）

2-5. 小括

本章では、明治16年、平成18年の詳細データ構築を行った。

明治16年では、最初期に書かれた投影座標が正確な図面である「陸軍参謀本部5000分の1測量図」を用いて、建物の詳細形状や緑地の質、微細な水面までを全てArcGIS上でデータ化を行った。さらに、情報地図より作成した江戸期の土地利用と既往研究を参照し、建物高さデータを設定した。このような明治初期の詳細なデータベースに関しては、これまでデジタルデータとして整備されておらず、本研究における一つの成果である。

一方、平成18年では、東京都都市計画基礎調査GISデータを基に、建物・緑地・水面・また土地利用別に建物の階高データを設定した。さらに、建築研究所において設定された道路別、建物用途別の人工排熱（潜熱・顕熱）データを用いた。

さらに、二時期の建物・緑地・水面データに関して、同一の分類とするため、建物・建物敷地（コンクリート）・アスファルト・樹木・草地・水面に6分類を行った。シミュレーションに反映する上で、これらを5mメッシュデータに体積占有率として算出し導入した。

次章以降では、この明治初期・現代の詳細データベースを基に、微地形と土地被覆の組み合わせであるマトリクス構造の分析と、熱・風環境のシミュレーションの評価を行う。

第3章 東京都心部における マトリクス構造の分析

3-1. マトリクス構造分析の手順

本研究では、都市構造を捉える基礎的枠組みとして、以下のマトリクス構造（＝ランドスケープ・ユニット）を提案する。マトリクス構造は、自然的基盤である微地形と、その上部に展開する土地被覆との代表的な組み合わせにより分類を行う。東京都心部では、江戸期から近代を経て、現代に至るまで、微地形と道路構造が土地被覆を規定してきたことは、研究の手法に述べたとおりである。本章では、微地形条件上での明治16年・平成18年のマトリクス構造の分析を行った上で、主要な微地形―土地被覆の組み合わせとして、ランドスケープ・ユニットの設定を行った。尚、分析の手順としては、図3-1の様である。

第一に、東京都心部におけるマトリクス構造を大きく規定する要因として、微地形に着目し、当該地点が周囲の地形に覆われている程度を表す指標である地上開度、高さ方向の指標である平均標高を基に、微地形の分類を行った。また、幅員6m以上の道路と微地形分類をかけ合わせ、土地被覆分類を行うための、分析単位を設定した。

第二に、分析単位ごとに、土地被覆分類を行った。まず、土地被覆（建物・緑地）指標の面積占有率を算出した。具体的には、明治16年は、指標として建蔽率・樹林地率・水面率・草地率を設定した。平成18年は、低層率・中層率・高層率・超高層率・樹林地率・水面率・草地率を設定した。また高さ方向の変化を表す指標として、分析単位ごとに、地形の平均高さと建物最大高さを算出した。さらに、土地被覆指標と道路との距離を基に、主成分分析を行い、固有値1以上であった成分を基に、クラスタ分析（ward法）を行い、土地被覆分類を行った。

第三に、明治16年・平成18年の代表的な微地形分類―土地被覆分類の組み合わせを、ランドスケープ・ユニットとして設定した。尚、微地形分類別に土地被覆の面積占有率の低いタイプに関しては、除いた。さらに、微地形分類ごとの土地被覆分類の特化係数と、を算出し、微地形と土地被覆の関係性を明らかとし、また明治16年から平成18年にかけてどのように微地形上で土地被覆が変化したのかを明らかとした。

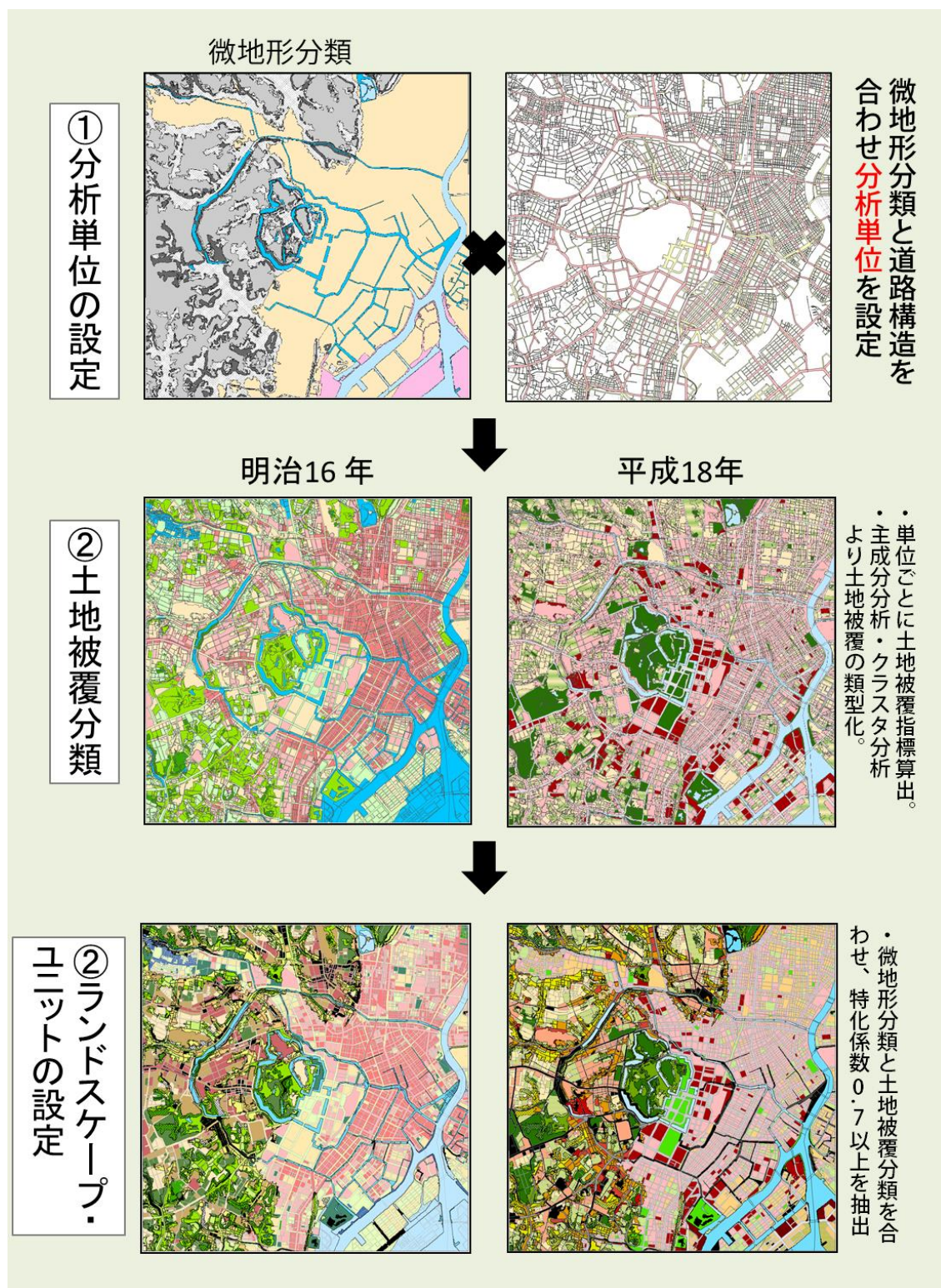


図 3-1.マトリクス構造分析の流れ

3-2. 分析単位の設定

3-2-1. 微地形分類

微地形については、地上開度・標高・傾斜を指標とし、分類した。

一**地上開度**は、当該地点が周囲の地形に囲われている程度を数量化したものであり、尾根線および谷線といった地形の流れ、大局的な地形的特徴のまとまりを把握することが可能である(図 3-2)。明治初期・現代において地形の特性を面的なまとまりとして抽出する為に適切であると見なし、設定した。まず、国土地理院数値情報 5m DEM データを基に、ArcGIS 上で半径 500m で算出した。これを、東京都「緑確保の総合的な方針」で定められた「崖線」と対応関係の高くなるよう入組地を、また、国土地理院土地条件図を参照し平坦地と谷地を、閾値を設定し分類した。

一次に、**標高**に応じ、平坦地は低地と台地に分類した(表 3-1)。また、下町においては、江戸期における水路網を抽出し、凡例として設定した。また、崖線・谷地に関しては、ArcGIS の「スロープ」機能を用い、DEM データより東西南北 8 方向に傾斜分類を行った。

一さらに、**傾斜**に関しては、単位ごとに属性として与え、傾斜方向別の面積占有率を算出した。傾斜が高い崖線・谷地に関して、東・南東・南向きポリゴンの面積占有率が 50% 以上であった場合には、南東向き、西・北西・北向きポリゴンの面積占有率が 50% 以上であった場合には、北西向きとして、傾斜向きの分類を行った。尚、計算上の誤差を除くため「エリミネート」機能を用い、面積 400 m² 以下の微小なポリゴンを抽出し、周辺の微地形と同一分類となるよう、削除・修正を行った。

3-2-2. 道路分類

道路構造については、平成 18 年東京都都市計画基礎調査 GIS データ(土地利用現況)より、道路網データを抽出し、都市計画道路、主要道路、幅員 4m 以下の生活道路に区分を行った。ここで、シミュレーション条件で 5m メッシュに数値を導入することを踏まえ、分析上の誤差を除く為、幅員 6m 以上の道路を評価対象とした。

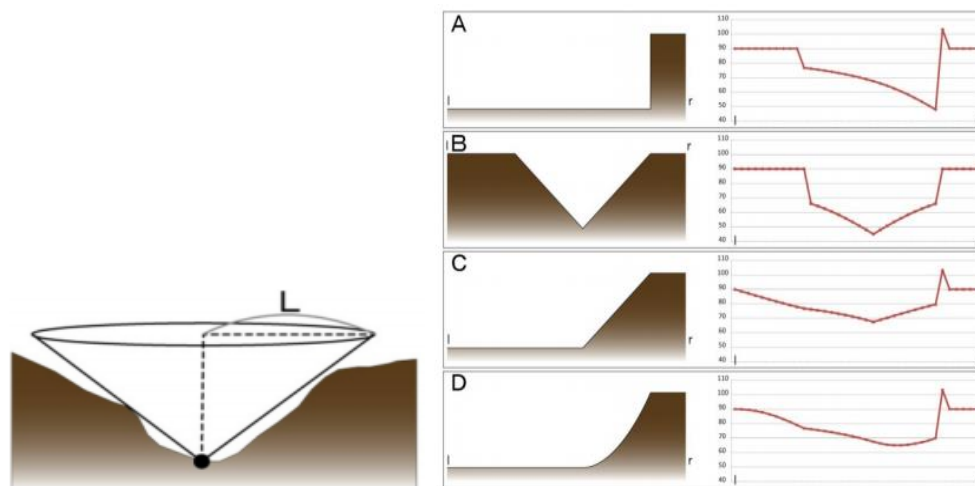


図 3-2. 地上開度分類イメージ

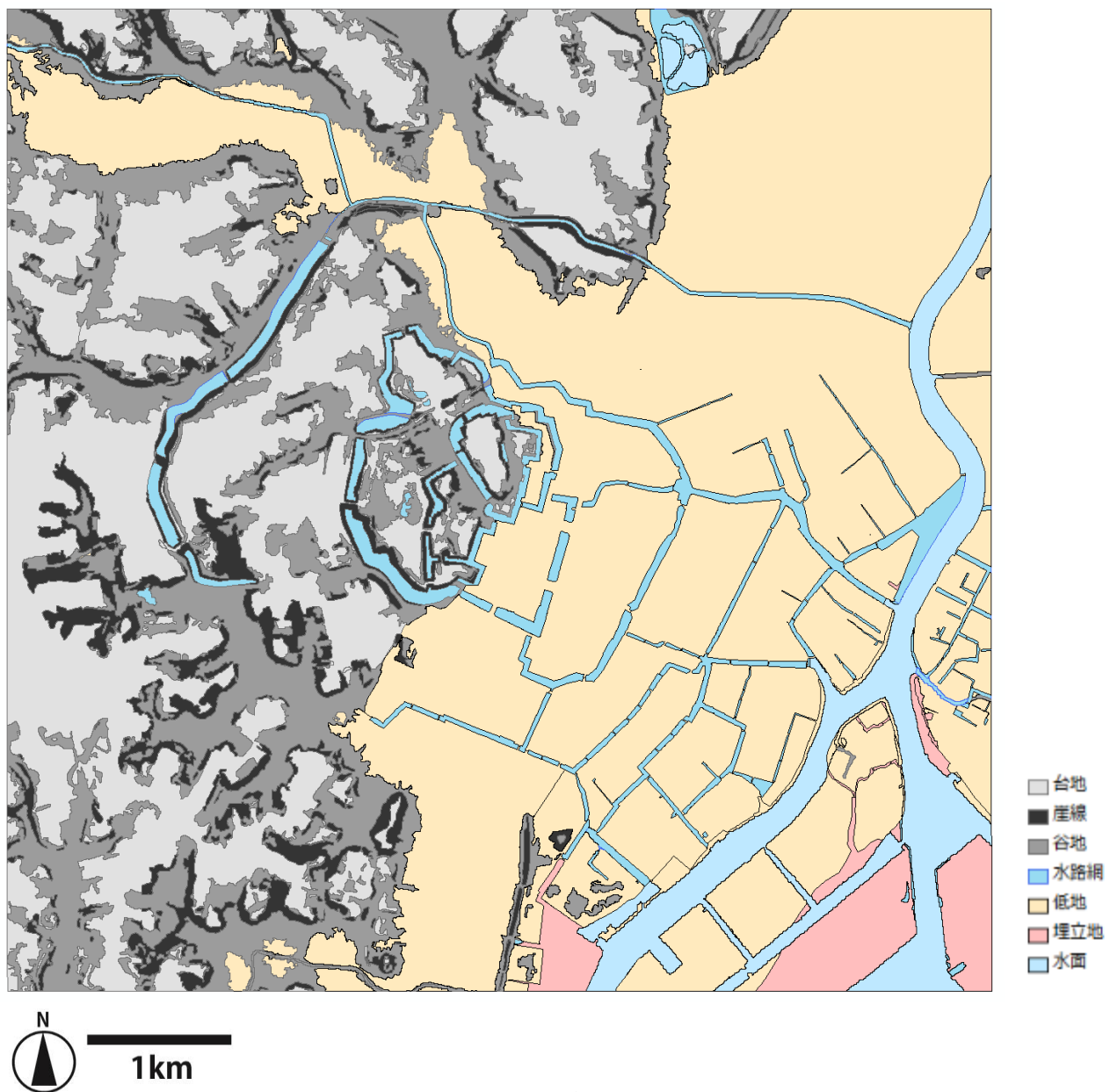


図 3-3.地上開度分類

表 3-1. 微地形分類：地上開度と標高による分類

地上開度分類		標高分類		傾斜分類	
入組地	58.3-84.5°	崖線	約 15-30m	南東向き	南~東向き 50% 以上
				北西向き	北~西向き 50% 以上
		水路網	約 0-5m	-	
谷地	84.5-88°	谷地	約 10-25m	南東向き	南~東向き 50% 以上
				北西向き	北~西向き 50% 以上
平坦地	88-90°	台地	約 30m-35m	-	
		低地	約 5-10m	-	

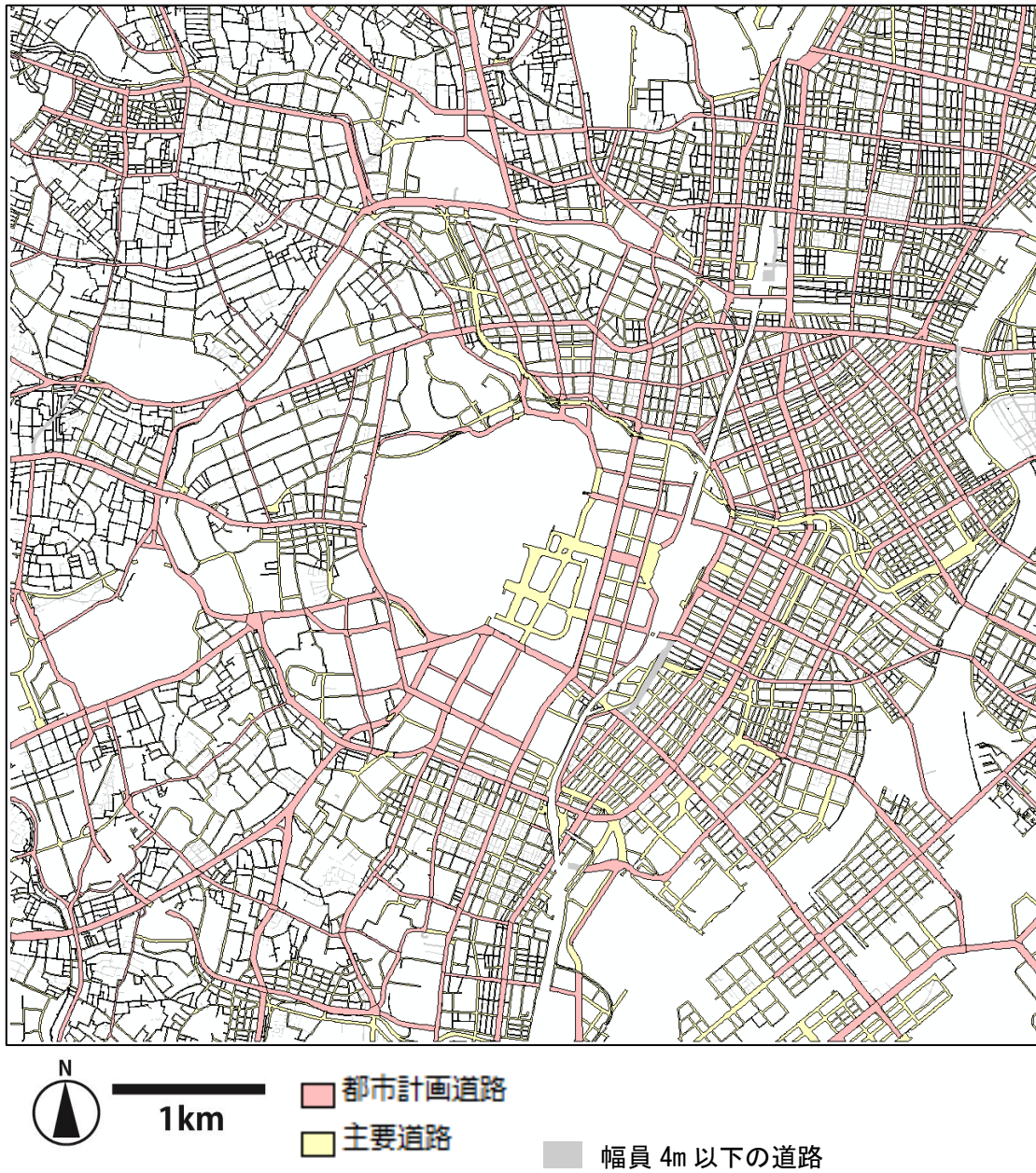


図 3-4.道路構造データの構築

表 3-2.道路分類：都市計画道路と一般道路による分類

道路分類	
都市計画道路	都市計画基礎調査より設定
都市計画道路隣接街区	都市計画道路に接する街区
一般道路	幅員6m 以上の道路
一般道路隣接街区	都市計画道路に接しない街区

3-2-3. 微地形分類と道路分類を合わせた分析単位の設定

微地形分類・道路分類を掛け合わせ、土地被覆分類のための分析単位を設定した(図3-5)。

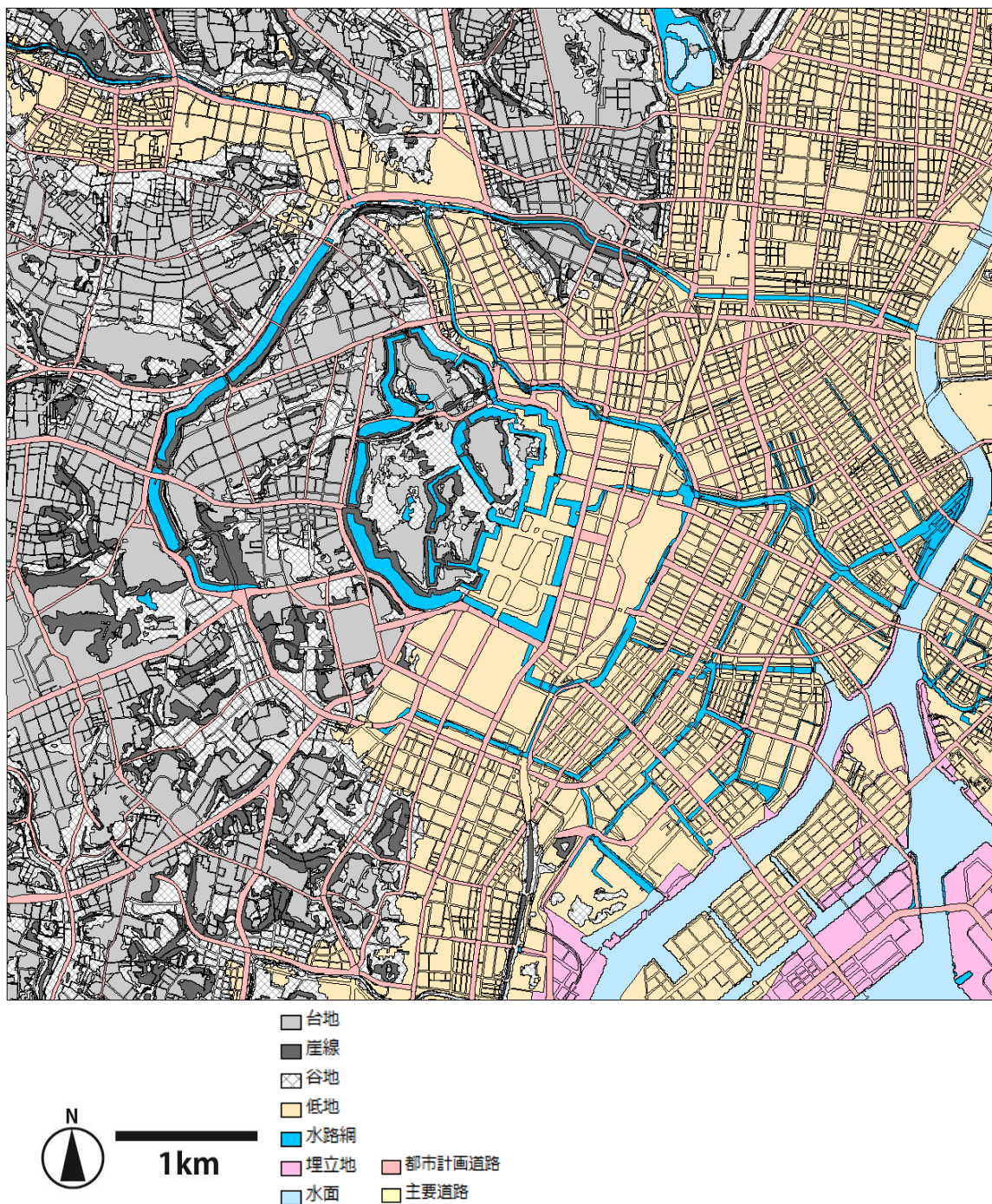


図3-5.分析単位の設定

3-3. 分析単位ごとの土地被覆指標の設定

3-3-1. 分析単位ごとの土地被覆指標の算出

さらに、分析単位ごとに、明治16年・平成18年それぞれの土地被覆指標として、建物・緑地の相対的な占有率の算出を行った。

明治初期は、建築・水面・樹木を指標とし、草地は全域で卓越しているため、指標からは除いた。現代は、建築・樹木・草地・水面を指標とし、アスファルトは全域で卓越しているため、指標からは除いた。また、現代に関しては、建築の高層化による三次元的分布を反映させるため、分析単位ごとに、建物階数4分類別(低層:1-3F, 中層:4-7F, 高層:8-15F, 超高層:16F-)の面積占有率を算出した。

図3-6～3-9は、明治16年、平成18年の分析単位別の建蔽率・樹木率・草地率・水面率を微地形分類と重ねて図示したものである。

■建蔽率：明治16年では低地や谷地・台地上の尾根線沿いに建蔽率40～60%の高密市街地が分布し、台地上では0～20%の低密市街地が広がる。一方、平成18年では、全域に建蔽率40%以上の市街地が卓越するが、皇居や赤坂離宮、青山霊園や日比谷公園といった大規模緑地として継承・創出された箇所が、部分的に建蔽率10%未満となっている(図3-6)。

■樹木率：明治16年では、山の手崖線～台地にかけて、全体的に20～40%が分布しているが、平成18年では、大規模緑地として継承・創出された箇所では、60%以上のまとまった樹林地が分布するが、全体的に10%未満の割合が増加している(図3-7)。

■水面率：明治16年では水路網であった箇所や、神田川流域低地部の早稲田では水田が広がり、平川流域の谷地や、隅田川流域の低地部では、微細な水田や庭園内の池が分布している様子がわかるが、平成18年を見ると、水路網はほぼ埋め立てられ、水田や池であった箇所が消失している(図3-8)。

■草地率：明治16年では全域に卓越している一方、平成18年では、下町低地では、帝都復興期以降に街区公園として整備された箇所や水路網上部、山の手台地では斜面沿いに多く分布している様子がわかる(図3-9)。

■平成18年の低層・中層・高層・超高層面積占有率を見ると、明治16年に高密であった下町低地や、山の手谷地等の幹線道路沿いでは中層・高層が卓越している一方、山の手台地上には、低層が卓越している。一方、隅田川沿いや、山の手台地の崖線上において、超高層が分布している様子が見られる(図3-10, 11)。

■また、高さ指標として、分析単位ごとに、平均DEM高さと、最大建物高さを足し合わせた。図3-12を見ると、明治16年では、自然地形とほぼ同一で高度0～30mに分布する一方、平成18年では、建物の高層化により、超高層・高層の占有率の高い単位において、高度50m以上の単位が多く算出された。

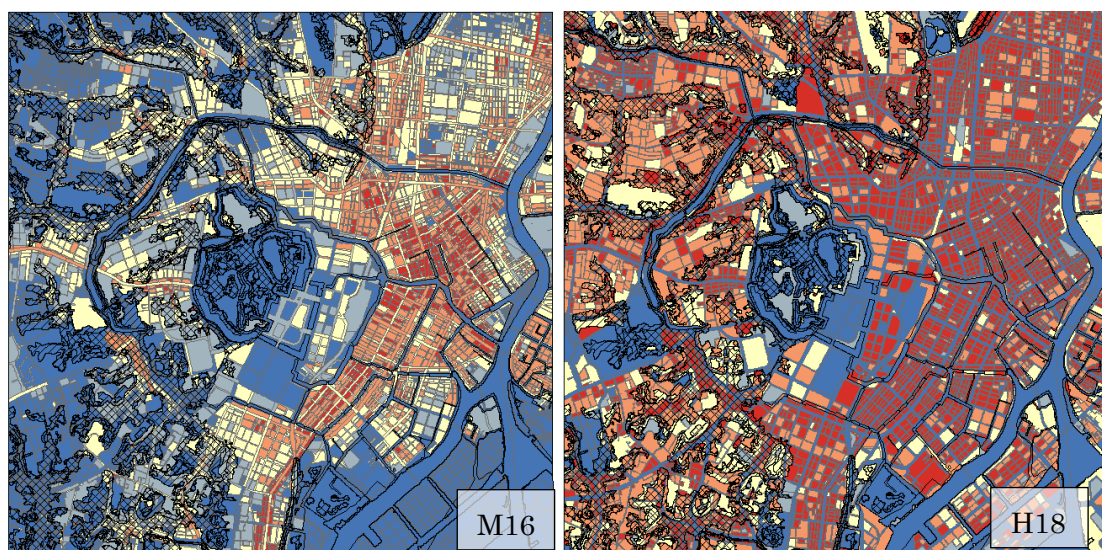


図 3-6.明治 16 年 (左) 平成 18 年 (右) 単位別建ぺい率

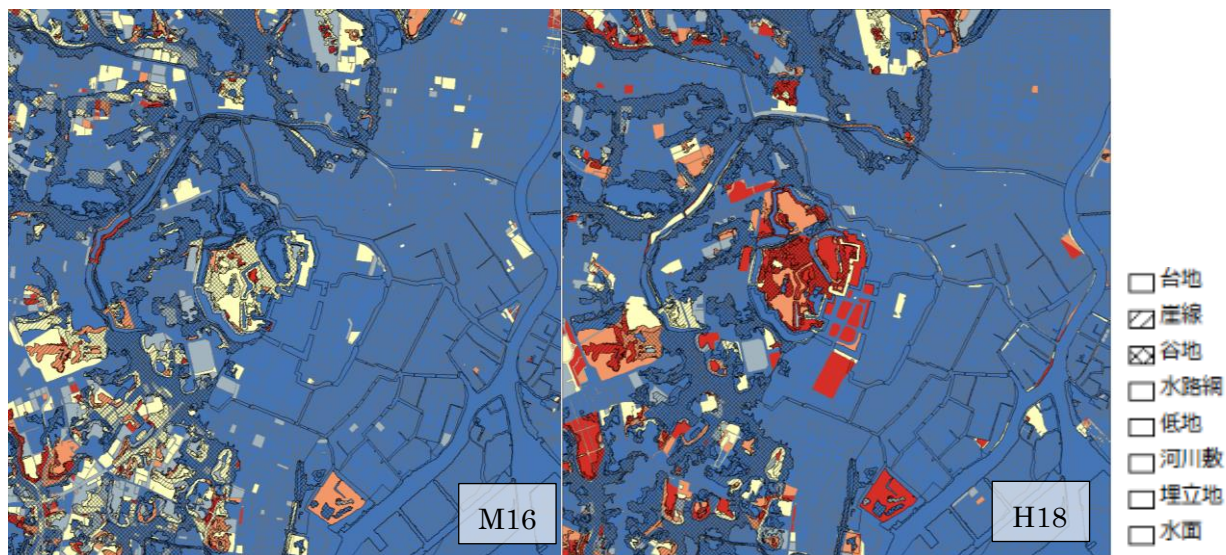


図 3-7.明治 16 年(左)平成 18 年 (右) 単位別樹木率

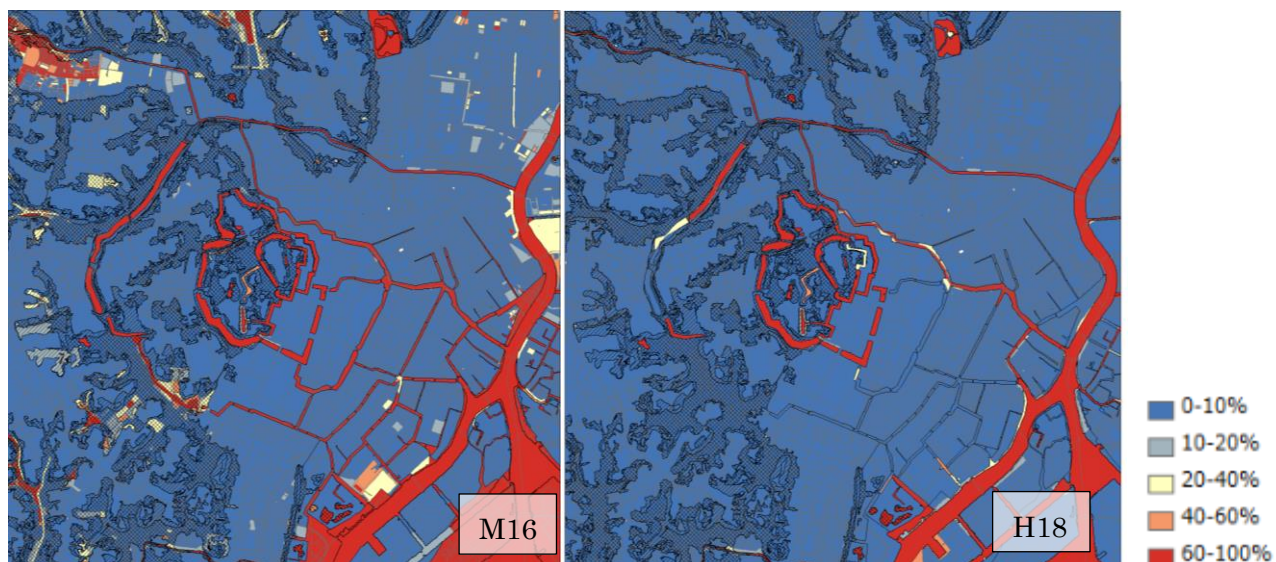
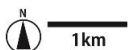


図 3-8.明治 16 年(左)平成 18 年 (右) 単位別水面率



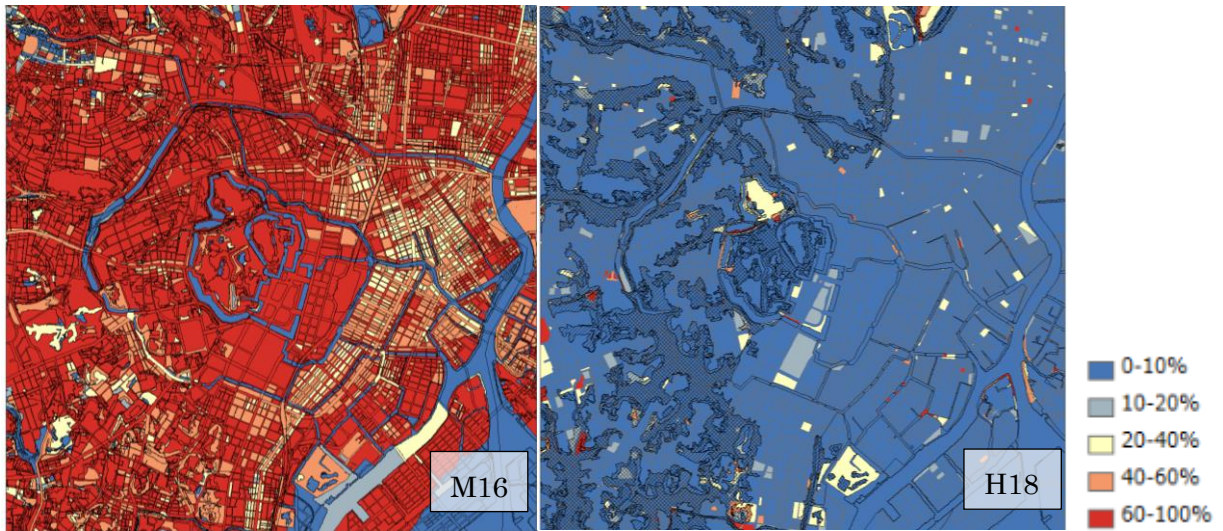


図 3-9.明治 16 年(左)平成 18 年 (右) 単位別草地率

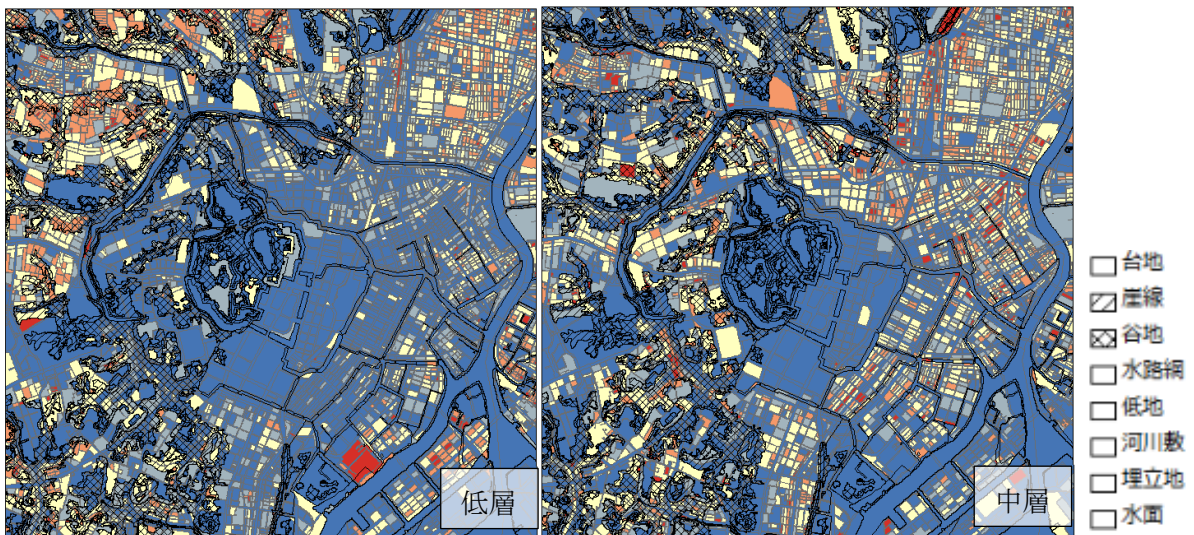


図 3-10.平成 18 年単位別低層・中層面積占有率

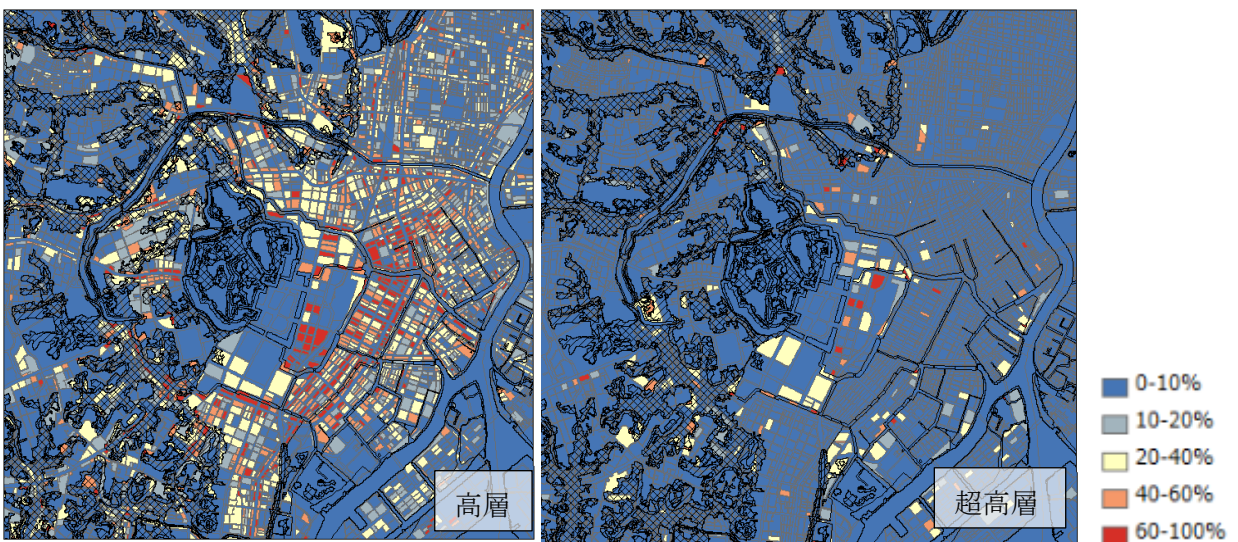


図 3-11.明治 16 年(左)平成 18 年 (右) 高層・超高層面積占有率

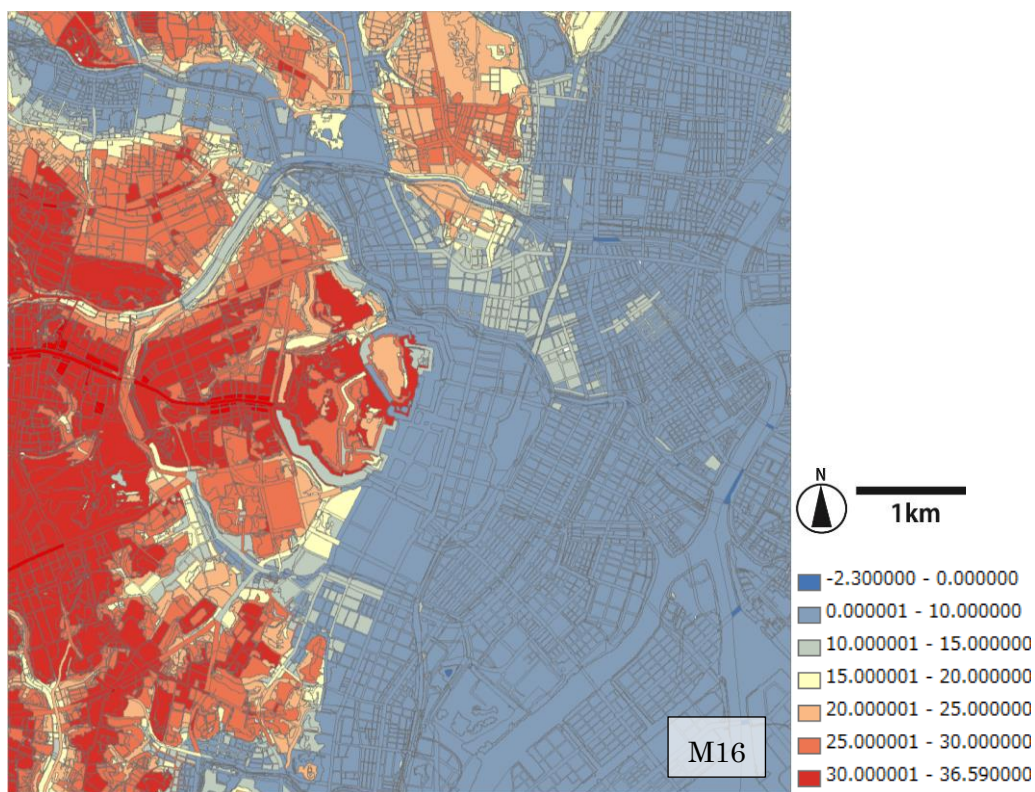


図 3-12.明治 16 年高さ指標

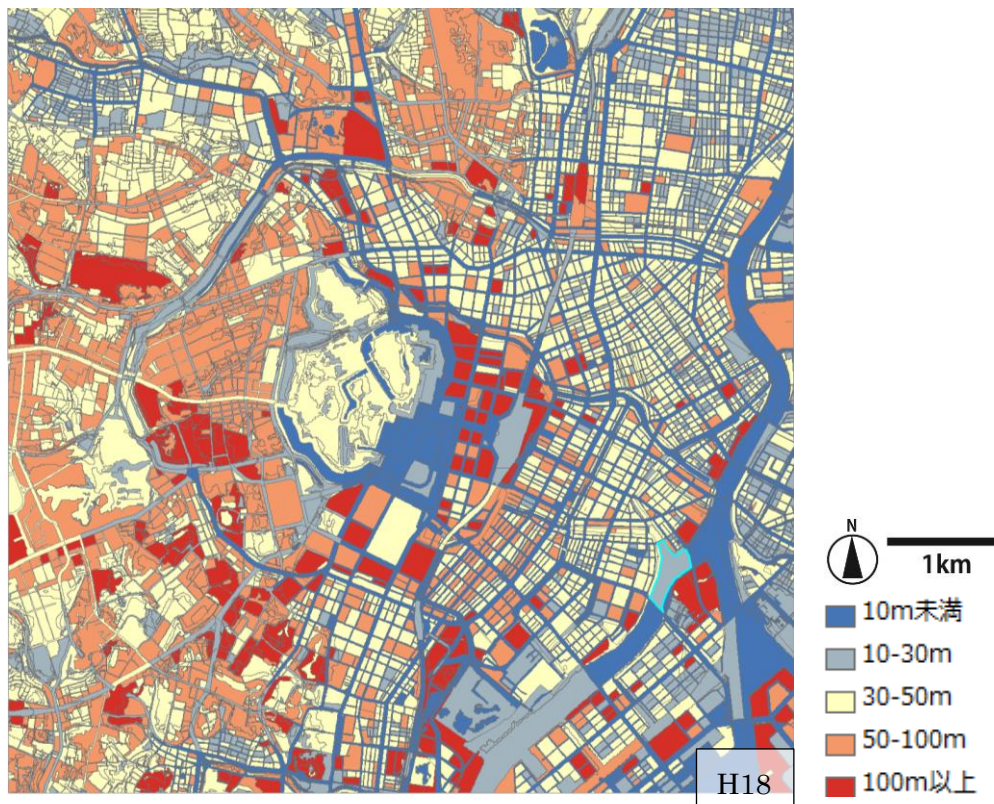


図 3-12.平成 18 年高さ指標

3-3-2. 微地形上での土地被覆の変化

ここで、微地形分類ごとの土地被覆の変化を分析する。図 3-14,3-15 は明治 16 年、平成 18 年の微地形分類別土地被覆の占有率を示したものである。微地形分類別に見ると、崖線では、明治 16 年・平成 18 年ともに樹林地率が 20%以上と最も高く、斜面緑地が量としては現在でも存続していることが分かった。一方、水路網は、明治 16 年ではほぼ 100%が水面であった一方、経済成長期の首都高速道路の敷設に伴う埋立事業等により、平成 18 年では 50%未満にまで水面が減少している様子がわかる。また、明治 16 年では、谷地や低地に水面（池や水田）が多く分布している一方、現代では、ほぼ水面が消失している。

図 3-13 は、分析単位ごとの二時期の建蔽率・樹林地率・水面率の変化差分を示したものである。これを見ると、建蔽率は、全域で 30-60%増加していることがわかる一方、市区改正期以降に敷設された幹線道路により、20%以上減少している箇所も見られる。また、樹林地率の変化を見ると、西部の山の手台地上では、建蔽率の増加に合わせて減少していることが見られる一方、近代以降に公園として整備された日比谷公園、青山霊園、皇居前広場、また神田川流域の南向き斜面では樹林地が増加していることがわかる。水面の変化を見ると、神田川を除き、ほぼ全域において水路網の埋め立てにより水面が消失している様子がわかる。

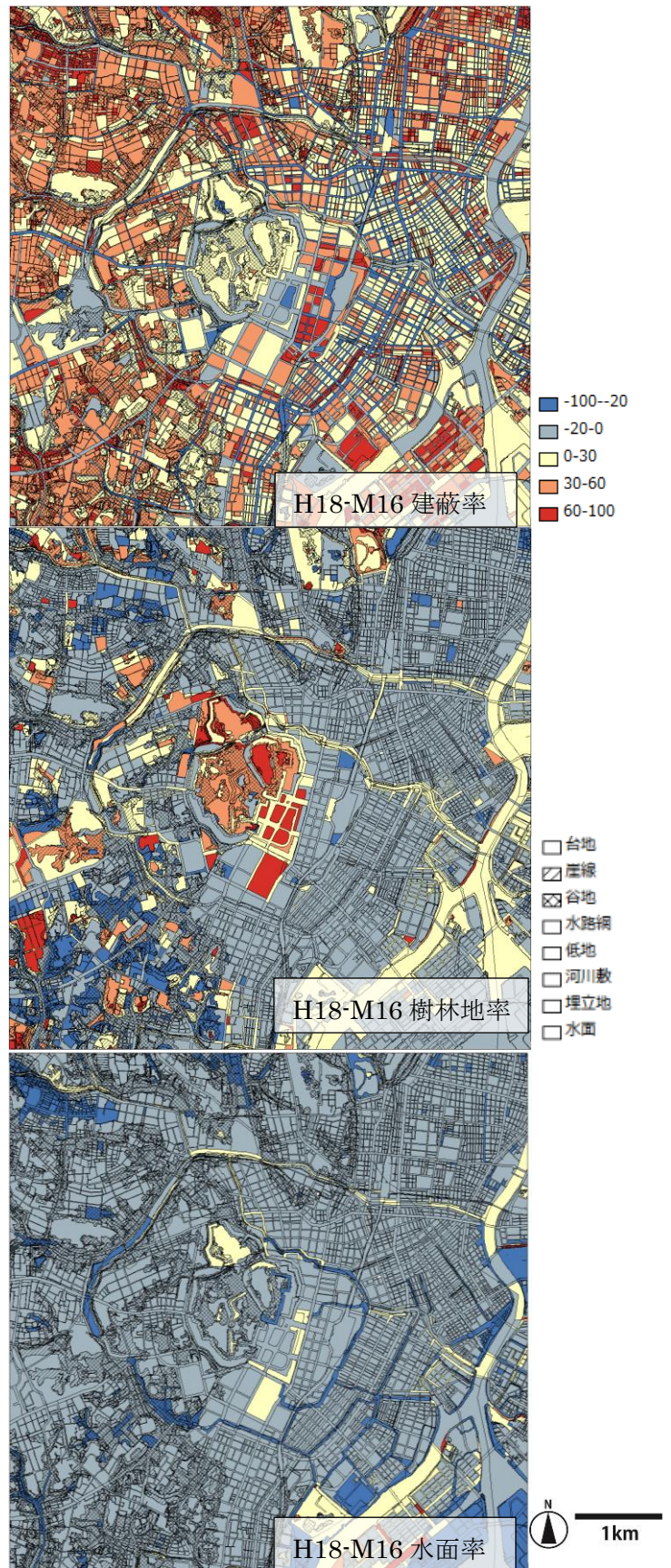


図 3-13.二時期の建蔽率・樹木率・水面率の差分

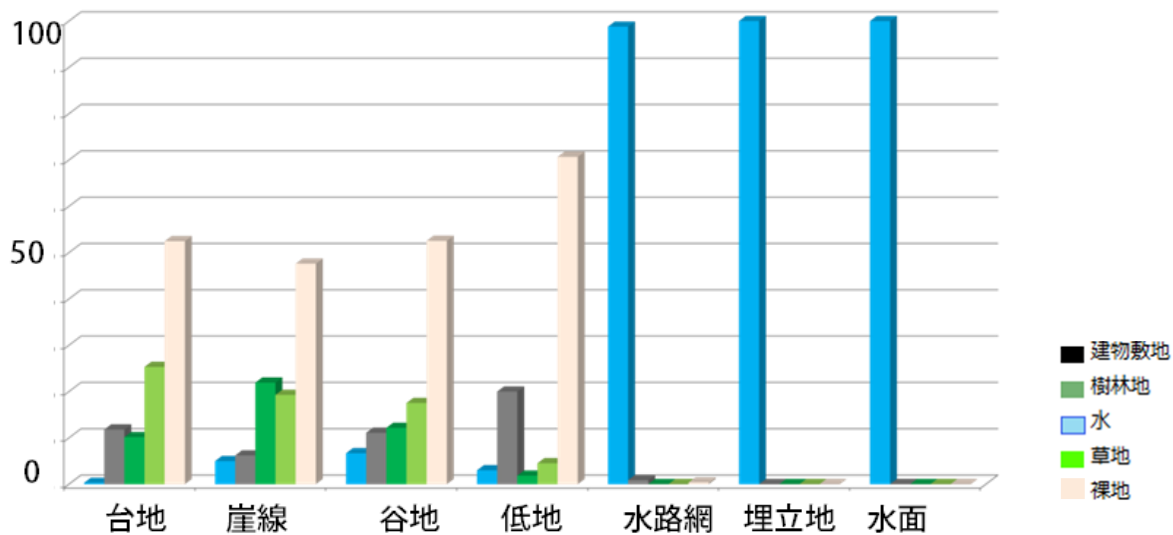


図 3-14.明治 16 年の微地形別土地被覆の占有率 (%)

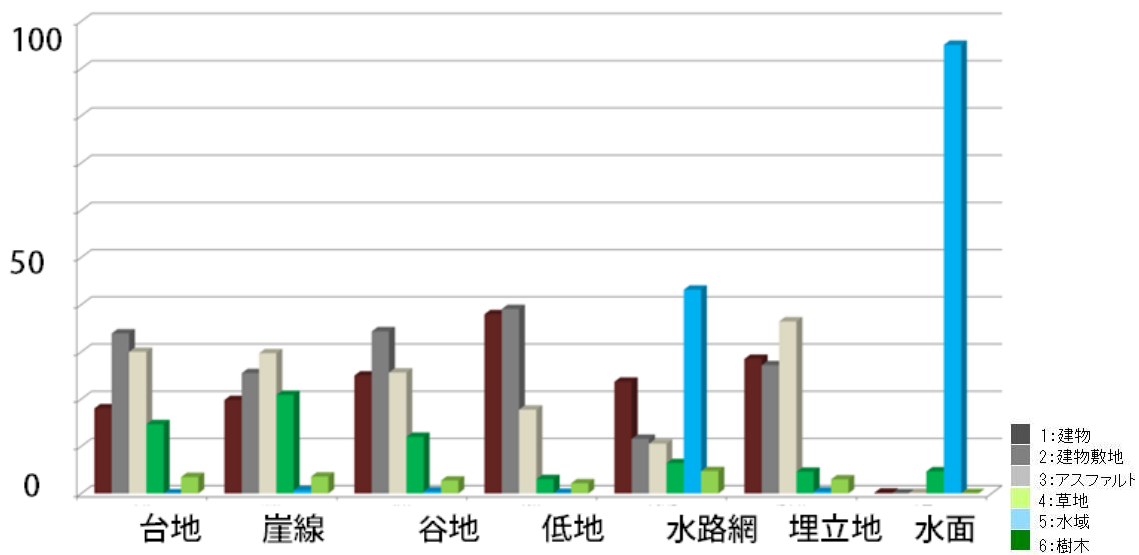


図 3-15.平成 18 年の微地形別土地被覆の占有率 (%)

3-3-3. 土地被覆分類

次に、明治16年、平成18年のそれぞれにおいて、土地被覆分類を行った。まず、単位ごとに最も卓越する土地被覆（明治16年は草地、平成18年はアスファルト）を除く土地被覆指標（占有率）をもとに主成分分析を行った。次に、主成分分析の結果、固有値1以上の成分を対象とし、クラスタ分析（ward法）より土地被覆の類型化を行った。分析ソフトには、SPSSを用いた。

表 3-3.明治16年土地被覆別平均値

■明治16年

建ぺい率・樹木率・水面率・道路距離を基に、主成分分析を行い、固有値1以上であった2個の成分を抽出した。さらに、クラスタ分析 ward法により、2個の成分を基に7分類を行った。また、クラスタ分類の過程で生じたサブグループ(表3-5~3-8)を基に、高密度市街地、中密度市街地、低密度市街地、樹林地、樹林地・草地、草地、水面として名称をつけた(図3-16)。尚、各分類の土地被覆指標の平均値は表3-3のようである。

	平均値(%)			
	建ぺい率	樹木率	水面率	道路距離
高密度市街地	51.2	0.1	0.2	1.7
中密度市街地	30.1	0.4	0.7	1.3
低密度市街地	16.1	2.1	0.9	1.2
樹林地	1.6	79.1	1.4	1.1
樹林地・草地	7.1	31.3	2.3	1.1
草地	5.4	2.3	4.7	0.6
水面	0.5	0.1	95.6	1.0
総計	20.0	5.9	11.8	1.1

■平成18年

建ぺい率・低層率・中層率・高層率・超高層率・草地率・樹木率・水面率・道路距離を基に、主成分分析を行い、固有値1以上であった4個の成分を抽出した。さらに、クラスタ分析 ward法により、4個の主成分を基に7分類を行った。また、クラスタ分類の過程で生じたサブグループ(表3-10~3-17)を基に低・中層、中・高層、超高層、市街地-樹林地・草地、樹林地・草地、水面、道路として名称を付けた(図3-17)。尚、各分類の土地被覆指標の平均値は表3-4のようである。

表 3-4.平成18年土地被覆別平均値

	平均値(%)								
	建ぺい率	低層率	中層率	高層率	超高層率	樹林地率	草地率	水面率	道路距離
低・中層	62.4	41.6	19.1	1.8	0.0	0.4	0.3	0.0	1.2
中・高層	66.7	8.1	26.8	31.7	0.1	0.4	0.2	0.2	1.6
超高層	51.6	5.2	5.5	9.4	31.6	2.5	1.2	0.1	1.6
市街地-樹林地・草地	34.2	15.1	13.0	6.0	0.1	8.6	2.7	0.7	1.2
樹林地・草地	6.5	4.0	1.8	0.7	0.0	54.2	23.2	1.3	1.1
水面	0.7	0.3	0.2	0.1	0.0	3.4	0.4	90.8	1.0
道路	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.6	0.2	0.0
総計	42.9	14.2	15.3	12.4	1.0	5.2	2.0	3.1	1.1

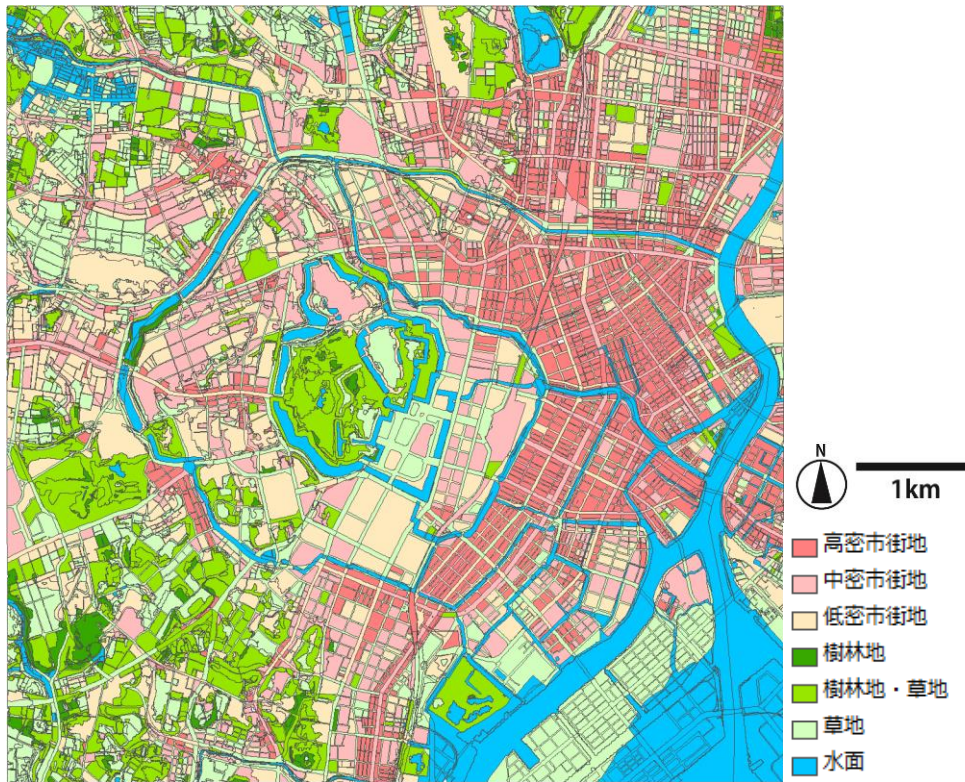


図 3-16.明治 16 年建物・緑地分類

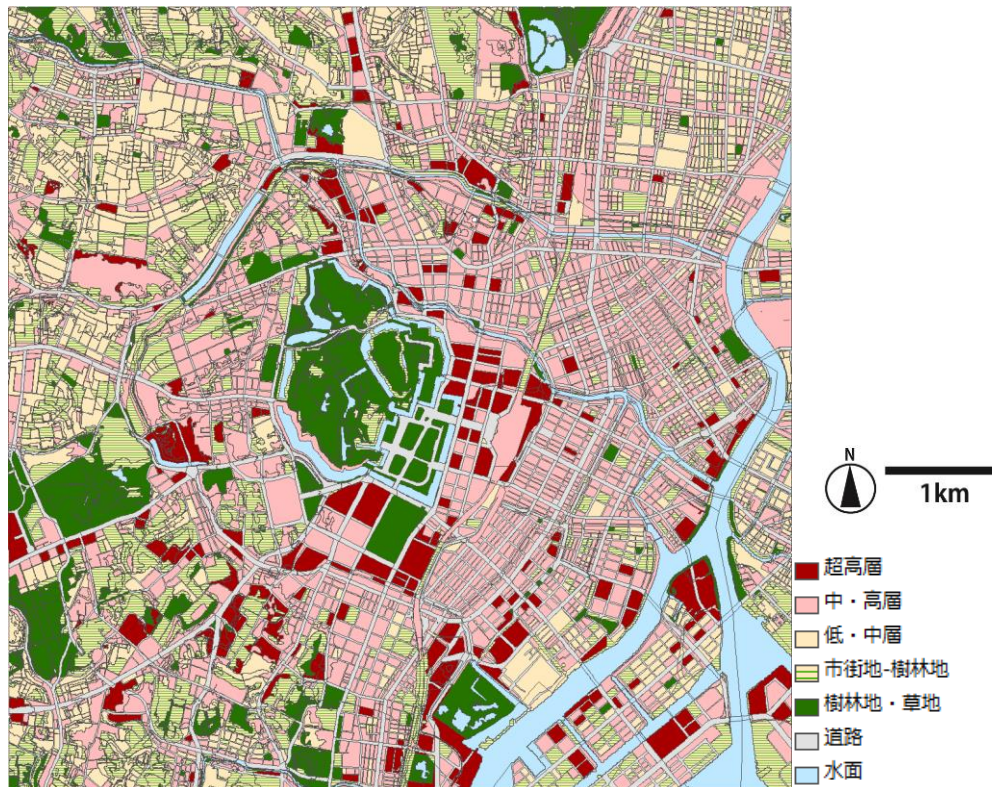


図 3-17.平成 18 年建物・緑地分類

表 3-5. 明治成分行列

	成分	
	1	2
M建ぺい率	.860	-.099
M水面率	-.632	-.588
Count_	.481	.014
M樹木率	-.338	.866

因子抽出法: 主成分分析

a. 2 個の成分が抽出されました

表 3-6. 道路距離クラスタ分類

Tukey HSD		α= 0.05 のサブグループ					
Ward Method	度数	1	2	3	4	5	6
1	2399	.62					
8	989		.97				
3	145		1.03	1.03			
7	147			1.11	1.11		
4	723			1.11	1.11		
2	1505				1.22	1.22	
5	1524					1.29	
6	1908						1.66
有意確率		1.000	.914	.545	.157	.755	1.000

表 3-7. 明治建蔽率クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		α= 0.05 のサブグループ					
Ward Method	度数	1	2	3	4	5	6
8	989	.4932250175					
3	145	.6124651251					
7	147		2.503372717				
1	2399			5.374969552			
4	723			7.132705960			
2	1505				16.09535198		
5	1524					30.10575424	
6	1908						51.18852851
有意確率		1.000	1.000	.076	1.000	1.000	1.000

表 3-8. 明治樹林地率クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		α= 0.05 のサブグループ				
Ward Method	度数	1	2	3	4	5
6	1908	.0678705370				
8	989	.1293905017				
5	1524	.3834460675				
2	1505		2.053031878			
1	2399		2.293432912			
4	723			31.33050188		
7	147				65.54057425	
3	145					92.75014915
有意確率		.962	.992	1.000	1.000	1.000

表 3-9. 明治水面率クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		α= 0.05 のサブグループ			
Ward Method	度数	1	2	3	4
6	1908	.1644320247			
3	145	.4587807554			
5	1524	.7350479883			
2	1505	.9107091256	.9107091256		
4	723		2.289919472		
7	147		2.401326167		
1	2399			4.667105465	
8	989				95.64107530
有意確率		.819	.062	1.000	1.000

表 3-10.平成成分行列

	成分			
	1	2	3	4
道路距離	0.768	0.197	0.281	0.047
中層密度	0.577	-0.3	-0.097	-0.162
低層密度	0.252	-0.739	0.196	0.185
高層密度	0.611	0.617	-0.041	-0.197
H草地率	-0.211	0.163	0.678	-0.173
H水面率	-0.304	0.248	-0.503	-0.071
H樹木率	-0.406	0.149	0.481	-0.165
超高層密度	0.006	0.292	0.095	0.927
因子抽出法: 主成分分析				
a. 4 個の成分が抽出されました				

表 3-11.道路距離クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		$\alpha=0.05$ のサブグループ					
Ward Method	度数	1	2	3	4	5	6
10	1752	.00					
2	417		.97				
1	286		.98				
3	1241			1.17			
4	2025			1.24			
8	146				1.39		
5	2482					1.58	
7	200					1.62	
9	73					1.63	
6	718						1.84
有意確率		1.000	1.000	.529	1.000	.914	1.000

表 3-12.平成超高層密度クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		$\alpha=0.05$ のサブグループ		
Ward Method	度数	1	2	3
10	1752	.0000000000		
6	718	.0027516677		
4	2025	.0080563731		
2	417	.0102089502		
8	146	.0195444105		
1	286	.0305046153		
3	1241	.0579197685		
5	2482	.0941600643		
7	200		22.08404293	
9	73			57.83959506
有意確率		1.000	1.000	1.000

表 3-13.平成高層密度クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		$\alpha=0.05$ のサブグループ				
Ward Method	度数	1	2	3	4	5
10	1752	.0093610987				
1	286	.1457479417				
8	146	.5035830184				
2	417	.7507132731				
9	73	1.528034050				
4	2025	1.771782678				
3	1241		5.973248716			
7	200			12.21156983		
5	2482				21.57322675	
6	718					66.78445715
有意確率		.561	1.000	1.000	1.000	1.000

表 3-14.平成中層密度クラスタ分類

Tukey HSD ^{a,b}		$\alpha=0.05$ のサブグループ				
Ward Method	度数	1	2	3	4	5
10	1752	.0066876815				
1	286	.1622636362				
8	146	.8572049209				
9	73	1.923944188				
2	417	2.142444851				
7	200		6.760166299			
6	718		8.557415620			
3	1241			13.00272820		
4	2025				19.09094576	
5	2482					32.04235177
有意確率		.785	.913	1.000	1.000	1.000

表 3-15.平成低層密度クラスタ分類

Tukey HSD^{a,b}

Ward Method	度数	α= 0.05 のサブグループ					
		1	2	3	4	5	6
10	1752	.0742570550					
1	286	.3406605642					
6	718	2.242625759	2.242625759				
8	146	2.371175437	2.371175437				
9	73	2.468644042	2.468644042				
2	417		4.615049923	4.615049923			
7	200			6.133860564			
5	2482				9.830410828		
3	1241					15.12685297	
4	2025						41.59165908
有意確率		.114	.122	.721	1.000	1.000	1.000

表 3-16.平成樹林地率クラスタ分類

Tukey HSD^{a,b}

Ward Method	度数	α= 0.05 のサブグループ				
		1	2	3	4	5
6	718	.2317954696				
4	2025	.3585706429				
5	2482	.3898196174				
9	73	1.654314614	1.654314614			
10	1752	2.064045591	2.064045591			
7	200	2.749440893	2.749440893			
1	286		3.364751296			
3	1241			8.554924966		
8	146				19.27855501	
2	417					66.46497724
有意確率		.111	.630	1.000	1.000	1.000

表 3-17.平成草地率クラスタ分類

Tukey HSD^{a,b}

Ward Method	度数	α= 0.05 のサブグループ				
		1	2	3	4	5
6	718	.1281522958				
5	2482	.2266543141	.2266543141			
4	2025	.2940149086	.2940149086			
9	73	.3132443280	.3132443280			
1	286	.3640071921	.3640071921			
10	1752	.5667070163	.5667070163			
7	200		1.516015653	1.516015653		
3	1241			2.676348308		
2	417				8.609590873	
8	146					65.01906316
有意確率		.991	.080	.173	1.000	1.000

表 3-18.平成水面率クラスタ分類

Tukey HSD^a

Ward Method	度数	α= 0.05 のサブグループ		
		1	2	3
9	73	.0000000000		
4	2025	.0240593423		
6	718	.0530262404		
7	200	.1692464403		
5	2482	.2349785911		
10	1752	.2475759869		
8	146	.5243854251		
3	1241	.6604950886	.6604950886	
2	417		1.512183829	
1	286			90.78959228
有意確率		.428	.108	1.000

3-4. ランドスケープ・ユニットの設定

次に、代表的な微地形と土地被覆タイプを合わせ、ランドスケープ・ユニットを設定した。尚、各微地形分類上において面積占有率が1%未満のものは除き、また水路網、崖線は対象地全体面積内で占める割合が少ないことから、凡例をまとめ、水路網では、低・中層と中・高層と超高層は埋立地（市街地）タイプ、市街地—樹林地と樹林地・草地タイプは樹林地・草地タイプとしてまとめた。崖線では、低・中層と中・高層は市街地タイプとしてまとめた。尚、平成18年においては、道路に関して、水路網が埋め立てられたタイプを除き、微地形に関係なく単一の凡例とした。

結果、明治16年・平成18年でそれぞれ26,31タイプに分類された(図3-20,3-21)。全分析単位において、微地形分類と、土地被覆分類を属性として与え、微地形分類ごとの土地被覆分類の特化係数を算出した。特化係数の特色を見ると、明治初期の台地は低密市街地と、低地は高密・中密市街地と結びつきが強く、江戸期の身分制別の都市的土地利用との対応関係が高い。崖線や谷地では樹林地、技術的な側面から、建築が困難であった斜面地上では、斜面緑地が分布していたことがわかる。また、水路網では水面との結びつきが強く、水路網の水面を反映している(表3-19)。一方、現代では、台地では市街地—樹林地や樹林地・草地と結びつきが強く、これは皇居北部や赤坂離宮、日比谷公園などの近代公園緑地として整備された大規模緑地や、大名屋敷が緑地を多く含む公共施設へと転換された過程を反映している。さらに、低地では道路が最も結びつきが強く、これは市区改正期に整備された幹線道路を反映している。また、崖線や谷地では樹林地・草地が、水路網では水面型が結びつきが強く、斜面緑地や水路網が一部存続していることを示している。また、超高層は、大名屋敷であった崖線や、隅田川沿いの低地・また埋立地上等、大規模街区上で再開発が容易である箇所と結びつきが強いことを示している(表3-20)。このように、二時期において、微地形と土地被覆の結びつき強い主要なタイプが明らかとなった。また、平成18年のランドスケープ・ユニットに関しては、データシートとして、本論文の最後にまとめている。

表 3-19.明治 16 年微地形分類別土地被覆分類特化係数

		土地被覆分類						
		高密度市街地	中密度市街地	低密度市街地	樹林地	樹林地・草地	草地	水面
微地形分類	台地	0.35	1.03	1.54	1.19	1.43	1.17	0.00
	崖線	0.06	0.14	0.83	6.00	3.62	1.07	0.05
	谷地	0.43	0.76	0.95	1.86	1.84	1.39	0.31
	低地	1.94	1.47	1.05	0.15	0.36	0.99	0.15
	水路網	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	7.48
	埋立地	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	7.60
	水面	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.14	7.36

表 3-20.平成 18 年微地形分類別土地被覆分類特化係数

		土地被覆分類						
		超高層	中・高層	低・中層	市街地-樹林地・草地	樹林地・草地	道路	水面
微地形分類	台地	0.59	0.86	1.31	1.68	1.72	0.67	0.00
	崖線	1.10	0.58	0.86	2.48	2.22	0.43	0.01
	谷地	0.88	0.94	1.31	1.13	1.41	0.93	0.19
	低地	1.22	1.33	0.99	0.54	0.51	1.39	0.04
	水路網	0.62	0.41	0.08	0.53	0.60	0.80	7.13
	埋立地	3.63	0.84	0.28	1.61	0.29	1.16	0.01
	水面	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	13.28
		特化係数1以上			特化係数0.7以上			

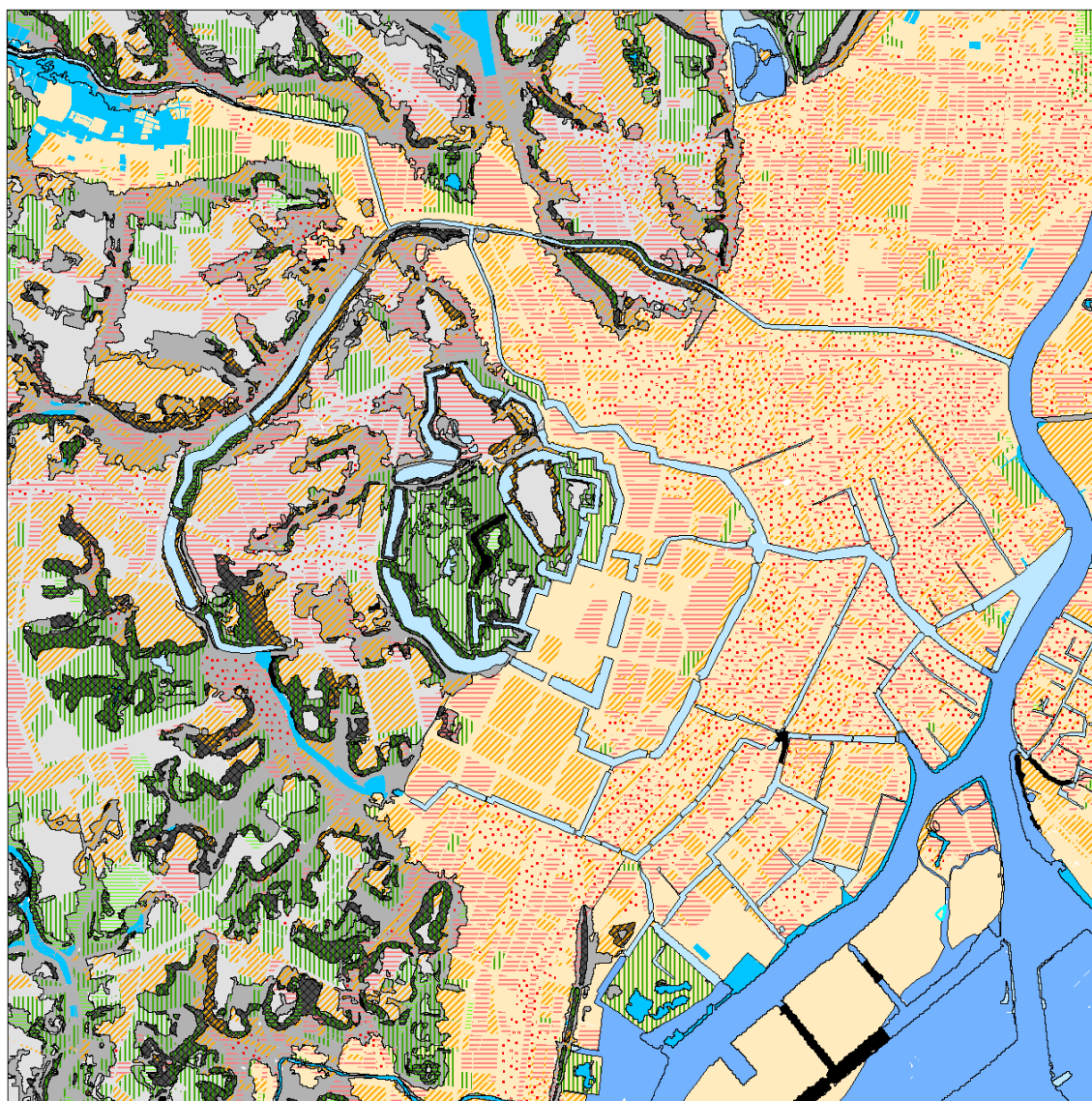


図 3-20.明治 16 年ランドスケープ・ユニット 26 イブ

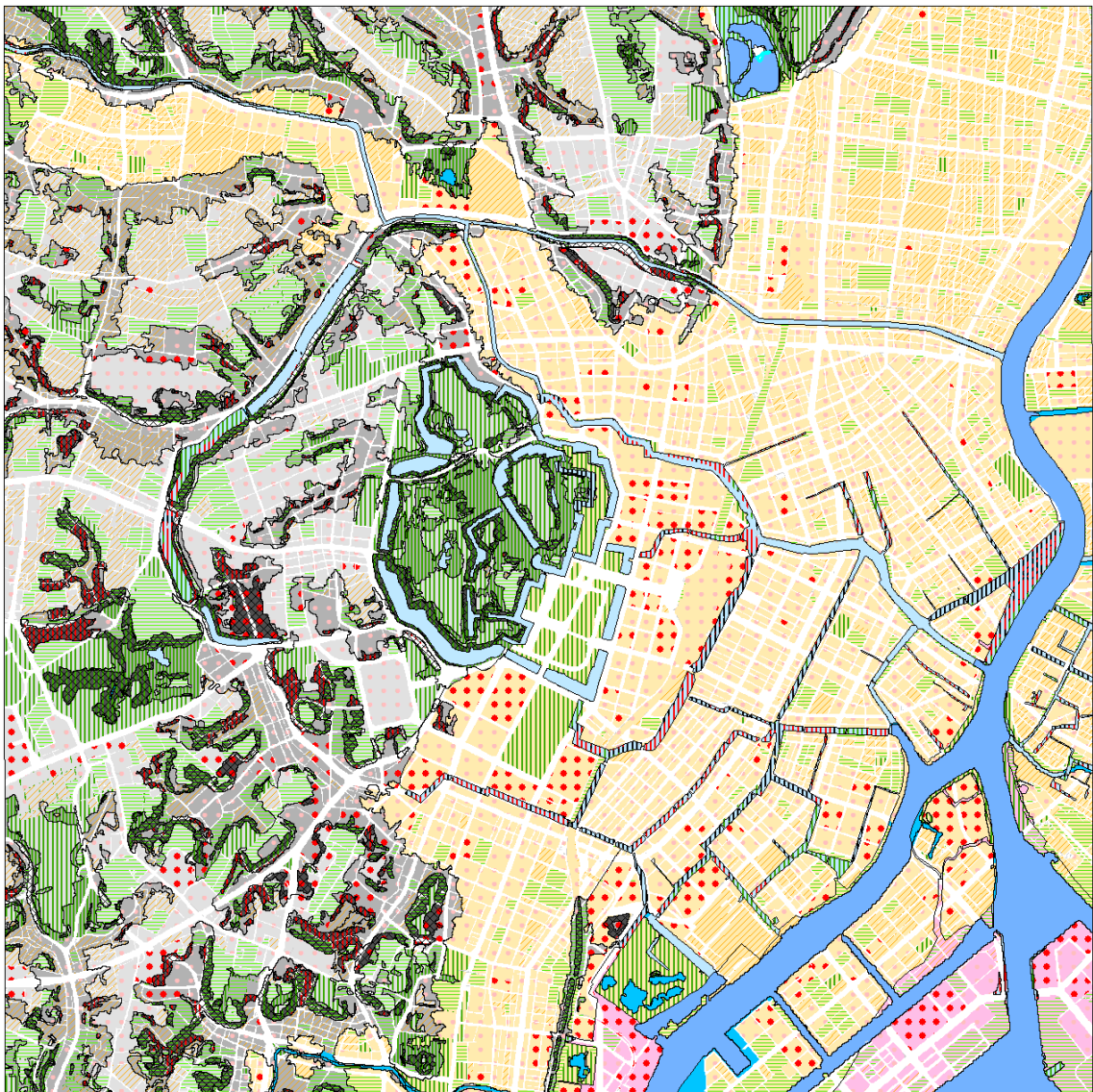


図 3-21.平成 18 年ランドスケープ・ユニット 31 タイプ

3-5. 代表的ランドスケープ・ユニットの変化分析

また、明治16年のランドスケープ・ユニットが、平成18年にかけて、どのような土地被覆へと変化したのかの分析を行う。表3-21において、明治16年ランドスケープ・ユニット別の平成18年土地被覆分類の特化係数を見ると、表3-20のようであった。平成18年の土地被覆別に、二時期の微地形上での変化を分析すると、

- ・ 超高層：崖線や低地の低密市街地や、埋立地が変化しやすい。
- ・ 中・高層：低地の高密市街地が変化しやすい。
- ・ 低・中層は全体的に万遍なく分布するが、特に低地の樹林地・水面が変化しやすい。
- ・ 市街地-樹林地・草地：台地の低密市街地や樹林地、崖線が変化しやすい。
- ・ 樹林地・草地：崖線や谷地、低地の樹林地・草地が変化しやすい。
- ・ 道路：低地の草地が変化しやすい。
- ・ 水面：水路網の水面が継続しやすい

以上より、微地形上での二時期の土地被覆の変化パターンが明らかとなった。

表 3-21. 微地形分類別土地被覆変化の特化係数

		平成土地被覆分類							
		超高層	中・高層	低・中層	市街地-樹林地・草地	樹林地・草地	道路	水面	
明治期 ランド スケ ープ ・ ユ ニ ット	台地	中密市街地	1.7	1.3	1.4	1.2	1.4	0.2	0.0
		低密市街地	0.6	1.1	1.4	2.1	0.9	0.4	0.0
		樹林地	0.1	0.3	1.1	3.6	2.6	0.1	0.0
		樹林地・草地	0.3	0.7	1.0	1.9	3.9	0.2	0.0
		草地	0.2	0.1	1.4	1.6	1.7	1.7	0.0
	崖線	低密市街地	2.4	0.8	0.6	2.6	1.4	0.2	0.0
		樹林地	0.1	0.4	0.7	2.5	3.7	0.4	0.0
		樹林地・草地	1.2	0.6	0.9	2.3	3.0	0.1	0.0
		草地	0.5	0.3	1.0	2.9	1.1	1.0	0.0
	谷地	中密市街地	0.7	1.8	1.5	1.3	0.2	0.3	0.0
		低密市街地	1.3	1.4	1.6	0.9	0.6	0.6	0.0
		樹林地	0.0	0.6	1.4	0.8	5.0	0.3	0.0
		樹林地・草地	0.8	0.6	1.2	1.3	3.9	0.4	0.0
		草地	0.8	0.4	1.1	1.4	0.6	1.9	0.1
	低地	高密市街地	0.5	2.8	1.0	0.5	0.0	0.1	0.0
		中密市街地	1.9	1.3	1.2	0.5	0.2	1.2	0.0
		低密市街地	2.1	1.0	0.8	0.5	0.7	1.6	0.0
		樹林地	0.0	1.4	2.3	0.8	1.4	0.2	0.0
		樹林地・草地	0.8	0.5	1.2	1.2	4.5	0.3	0.0
		草地	0.7	0.3	0.8	0.5	0.3	3.0	0.1
水面		0.1	0.7	2.2	1.1	0.5	1.3	0.1	
水路網	水面	0.6	0.4	0.1	0.5	0.6	0.8	7.1	
埋立地	水面	3.7	0.8	0.3	1.6	0.3	1.2	0.0	
水面	水面	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	
	その他	0.5	1.9	1.3	0.3	0.1	0.4	2.0	

3-6. 小括

本章では、東京都心部において江戸期から現代にかけて、微地形が土地被覆（建物・緑地）を規定してきたことに着目し、微地形とその上部に展開する土地被覆の組み合わせをマトリクス構造として捉える枠組みを提示し、計画原単位を設定した。次に、微地形分類と、土地被覆分類を行い、その組み合わせの主要タイプをランドスケープ・ユニットとして設定した。微地形分類に関しては、地上開度・標高に応じて7分類し、土地被覆分類に関しては、微地形分類と道路分類を合わせた単位内において、建物の高さ別面積占有率と、緑地の種類別面積占有率を算出したのち、主成分分析、クラスター分類を行い、二時期それぞれについて7分類を行った。また、微地形分類と土地被覆分類を合わせ、ランドスケープ・ユニットを設定し、明治16年では26タイプ、平成18年では31タイプが設定された。

主要タイプに関しては、特化度を算出し、特に関係の強いタイプを抽出した結果、①明治16年では、崖線－樹林地や谷地・水路網－水面など、土地被覆が自然立地の特性に規定されていた、②平成18年では、全域で高密度化・高層化が進むなかでも、崖線・水路網上の緑地は一部存続し、一方台地・谷地・低地上では、近代以降に整備された箇所で大規模に樹林地が増加していた、等の事実が明らかとなった。以上より、微地形によって規定されてきた土地被覆が、近代化以降に変容した過程が定量的・即地的に解明された。

次章以降では、計画単位としてのランドスケープ・ユニットの有効性について、熱・風環境との比較分析との中から、明らかとしていく。

第4章 熱・風環境の 変化分析

4-1. シミュレーション条件の設定

次に、熱・風シミュレーションを実施した。計算条件は、表3-1のようである。解析領域には、皇居を中心にした7.5km四方を使用した。日本平面直角座標大IX系（世界測地系）では次に示す範囲である。鉛直方向には標高0m～500mの解析領域を設定している。

Y座標値（東西方向）：-10,700m～-3,200m

X座標値（南北方向）：-38,800m～-31,300m

シミュレーションコードには、(独) 海洋研究開発機構において開発された大気海洋結合モデルMulti-Scale Simulator for the Geoenvironment（以下MSSG）を用いた。MSSGは、都市キャノピーモデルと3次元放射モデル、乱流モデルを組み込み、地形に沿った流れと建物周りの流れを同時に扱うことができる。よって、本研究においての目的に合うものとして用いた。シミュレーションにおける初期データ、および境界データは、気象業務支援センター配布のMSMデータのうち2010年8月17日15JSTのデータを用いた。8月17日は典型的なヒートアイランド日の昼間で、卓越風である南東よりの風（図3-2）を設定し30分の計算を行った。都市化による微地形と土地被覆の組み合わせの変化が、気温や風に与える影響を比較検証するため、気象条件は二時期で同一の初期値とした。また、川の水温は、海水温データから外挿して用いるため、適切な固定値を代表値として水温データを境界値として与えた。格子幅は水平、鉛直ともに5mのメッシュを用い、側面境界から流入する擾乱による計算の不安定性を回避するために、側面に500mの幅を持ったスポンジ領域を用いた。

表4-1. 計算条件

項目	詳細
メッシュ	5 m
範囲	皇居中心7.5m四方、高さ方向400m
日時	ヒートアイランド日2010年8月17日（気象庁データを利用、大手町の日中気温が最も高い37℃を記録）
計算時間	昼間の30分（15:00-15:30）
海風	南東よりの風（対象地における典型的な海風）
シミュレーションコード	海洋研究開発機構により開発されたMulti Scale Simulator for the Government (MSSG) コード
水収支	蒸発過程・放射を導入。雲過程は導入しない。
人工排熱	平成18年において、国土交通省・環境省調査報告書に示された建物用途別・延床面積規模別、道路別の排熱量原単位を乗じて用途別に各建物の時刻別排熱量を推定。

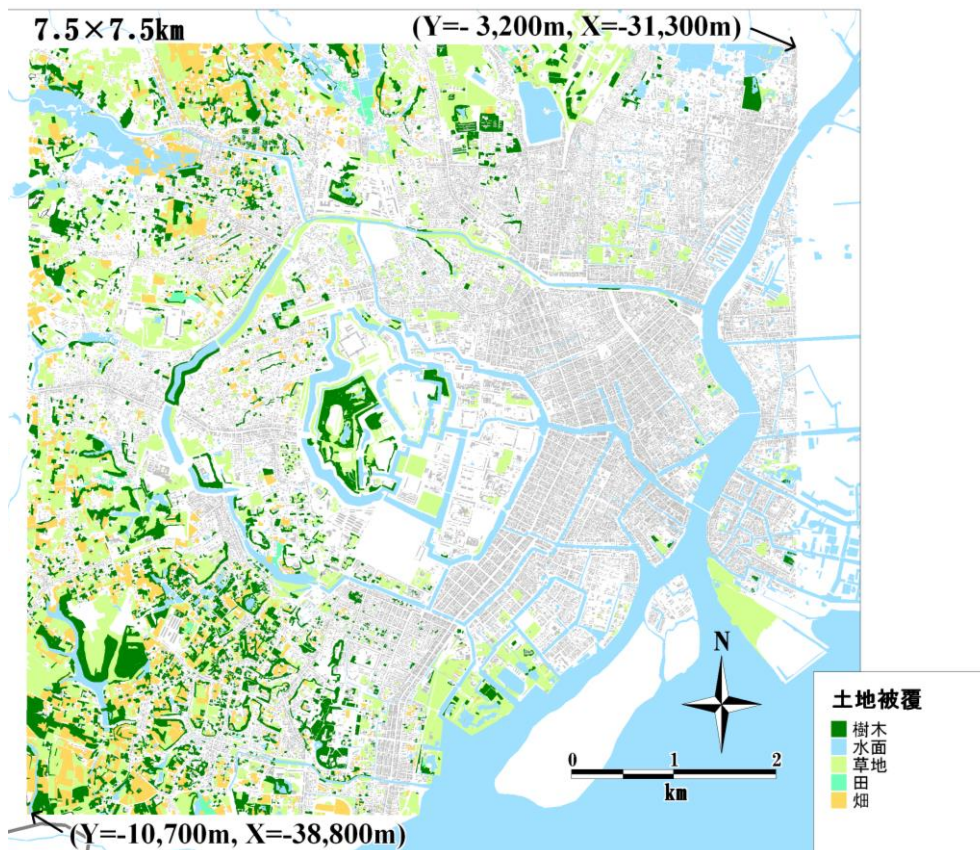
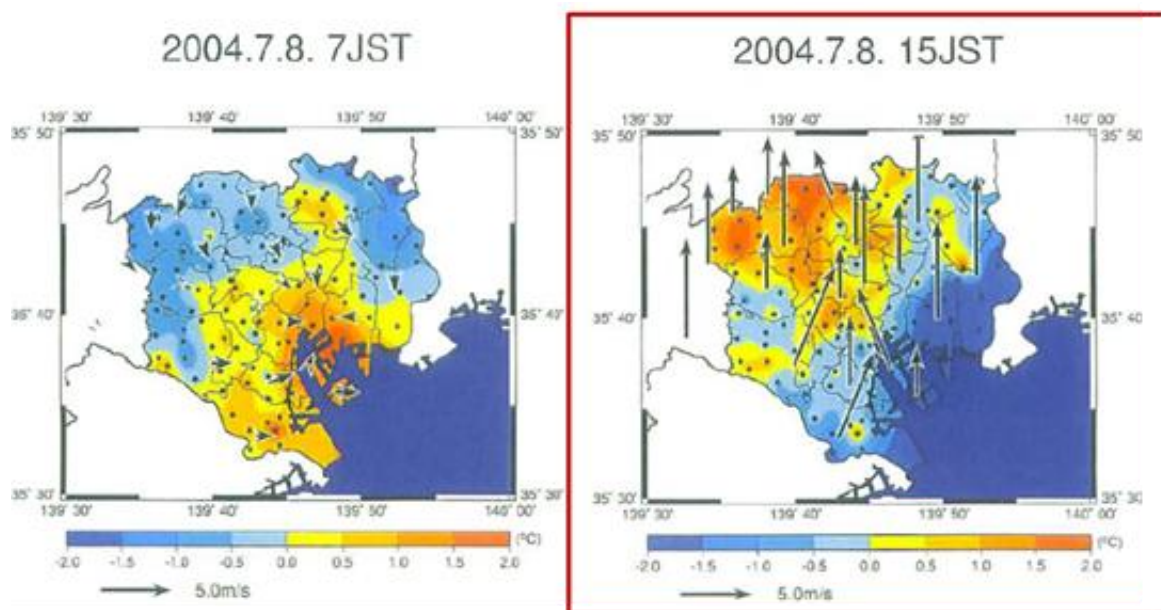


図 4-1. 解析領域



※引用文献: 三上岳彦「東京都内のヒートアイランドの概要と汐留・新橋周辺の実測調査結果」

図4-2. 典型的なヒートアイランド日における昼間の卓越風

4-2. 高度別気温・風速分布

次に、解析結果の分析を行った。尚、解析結果の分析には、一分間ごとの平均値を算出した上で、解析ソフトGrADSを用い、計算時間20分～30分の平均値を算出した。

まず、上空の風・熱の流れを分析する。図4-3は、地上高度40, 100, 200mでの気温と水平風速を平成18年、明治16年で水平断面を表示したものである。これを見ると、明治16年に比べ、平成18年では、高度40mでは微地形と建物高さ分布により弱風域の分布が多く見られ、皇居上空では局所的に強風となっていることがわかる。高度100mになると、超高層ビルの背後には弱風域が見られ、その合間を縫うように強風軸生み出されている様子が見られる。また、風速が強い箇所では、気温が相対的に低く算出されている。これは水平方向に強風の箇所では下降流が生じ、上空の比較的冷涼な空気が下りてくるため、同一平面上では周囲より低くなるためと考えられる。よって、水平風速と気温とは、対応関係が高いことがわかる。

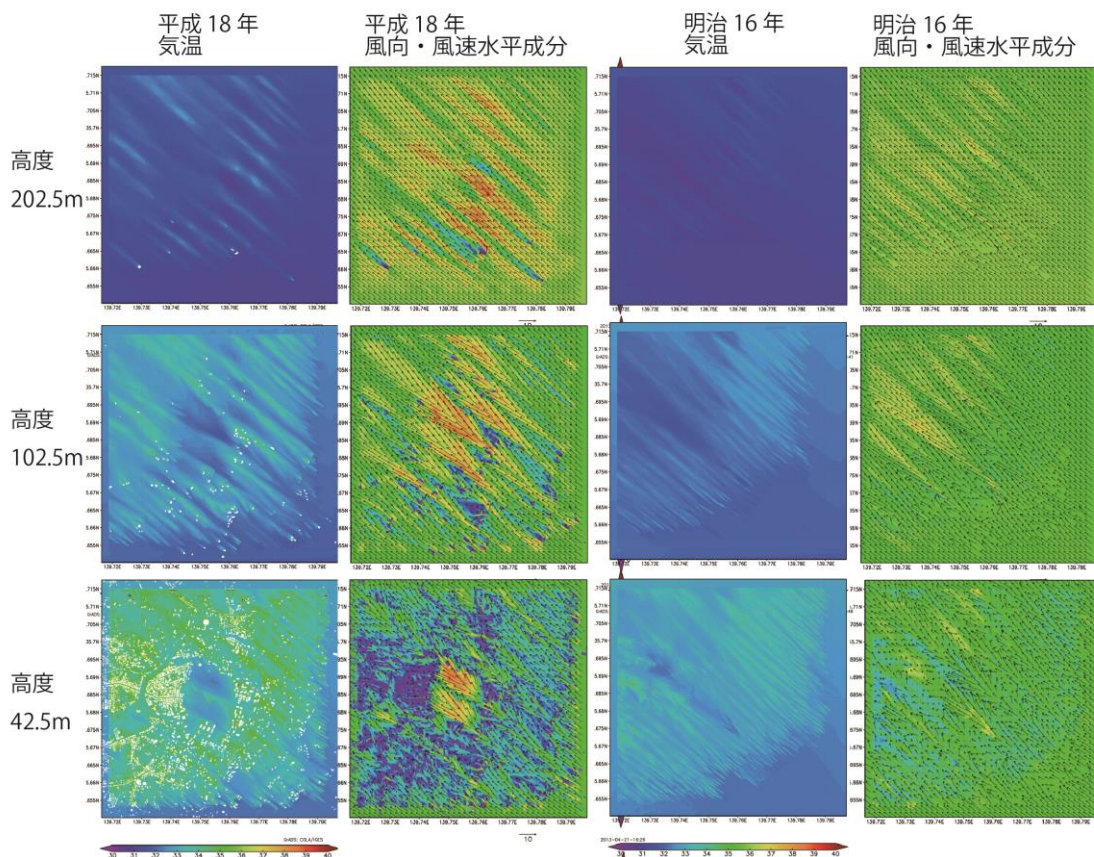


図 4-3.高度 40m,100m,200m における気温・風速分布（平成 18 年・明治 16 年）

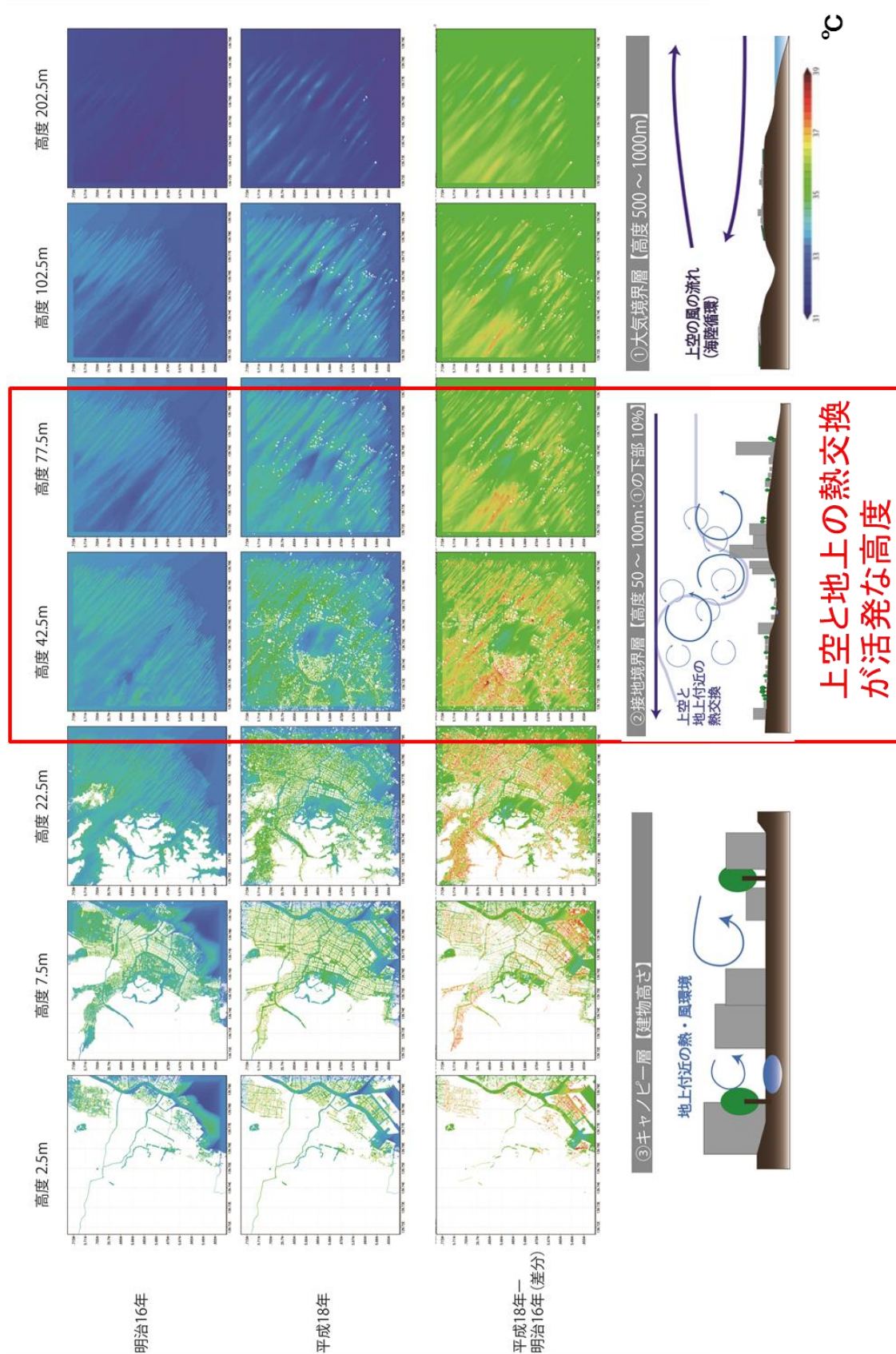


図 4-4.高度別気温分布

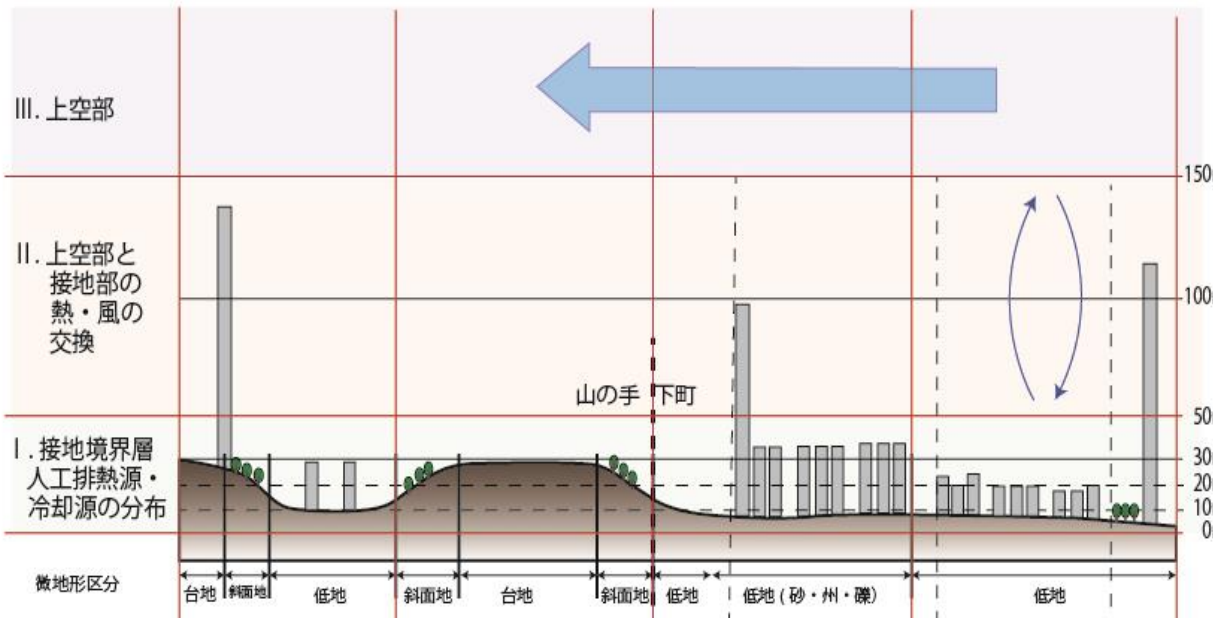


図 4-5.微地形・建物と高度別の風の流れの関係

よって、熱・風環境の代表的させ、水平断面の平均気温の地上付近から高度200mまでの分布を分析する。図4-4は、高度2.5m~200mまでの明治16年、平成18年、二時期の差分の気温分布を示したものである。これを見ると、明治16年、平成18年とも、高度40~100mを境として、地上付近と上空で風・熱の流れが大きく変化していることがわかる。高度100m以上の上空部では、海からの冷気が水平方向に流入する一方、高度0~40mは最下層（キャノピー層）、接地境界層にあたり、高度30mまでに分布するマイクロな微地形や建物の分布に応じて、風・気温が規定されており、比較的近傍の物的特性が熱・風環境を規定していると考えられる。高度別の概念を示したものが図4-5である。

そこで、中間にあたる高度40~100mでは、超高層建築や台地上の高層街区群等、物理的に風を遮断する物体の分布に応じて、上昇流と下降流による上空と地上付近の熱の交換が活発な高度であると考えられる。この熱交換関係（大規模な下降流と上昇流の交互の水平ロール構造）の模式図を示したものが図4-6である。

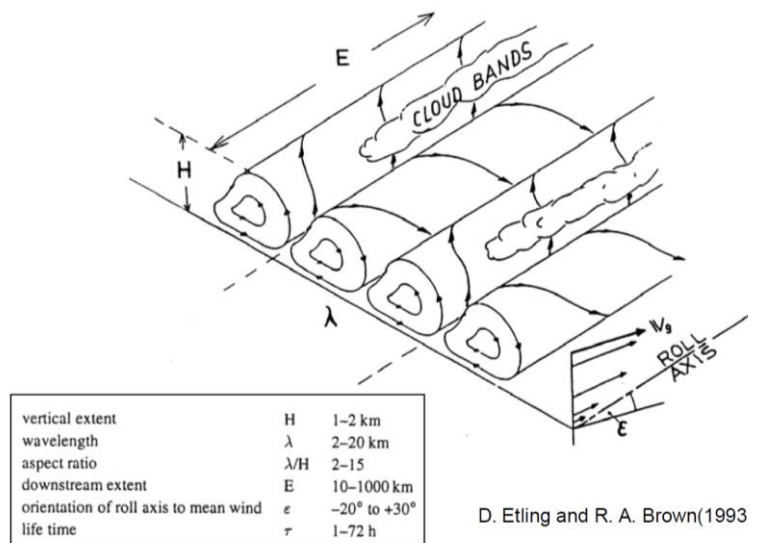


図 4-6.水平ロール構造

4-3. 上空の海風と地上付近の熱交換の変化

そこで、上空部と地上付近の熱交換が活発な高度として、高度 40~100mに着目し、明治 16 年・平成 18 年それぞれにおいて、どのような熱交換（渦構造）が見られるのかの詳細な分析を行う。

4-3-1. 明治 16 年上空の熱交換

はじめに、明治 16 年における上空と地上付近の熱交換の分析を行う。

まず、明治 16 年高度 72.5m 鉛直風速分布(図 4-7)を見ると、南東の風を受けて海陸の境界から境界層が徐々に発達し、下町上空では幅数 10m の細かなストライプが発生し、水平方向の風が山の手まで侵入している。山の手台地では、神田川流域や内濠、溜池谷等の谷筋に沿うように、水平方向で幅数 100m に強風化される箇所が見受けられ、これは、垂直方向の下降流と対応している。結果、山の手台地の奥まで、風速 5m/s 以上の強い海風が水平方向に流入していることが明らかとなった。

次に、上空との熱交換が、どのように地上付近の気温に影響しているのか、高度 42.5m の水平風速と緯度別の平均気温垂直断面図（図 4-9）を見ると、下町の高密な市街地の上空部では、地上高度 100m までが高温となっている。しかし、春日通り・神田川流域・内濠～外濠・溜池谷等の地形の起伏に応じて生み出された水平方向の強風箇所では、下降流の発生に伴い、上空の冷気が地上付近にまで下降していることがわかった。

このように、明治 16 年では、下町と山の手で様相が異なり、下町では高密な市街地の分布により都市境界層が形成される一方、山の手台地では地形の起伏が結果として下降流を生じさせ、上空の冷気が取り込まれ、地上付近の気温低減効果を有していたと考えられる。

4-3-2. 平成 18 年上空の熱交換

次に、平成 18 年における上空と地上付近の熱交換の分析を行う。

まず、地上 72.5m での鉛直風速分布（図 4-10）をみると、明治 16 年に比べ、海と陸の境界部において、急速に都市境界層が発達している。さらに、埋立地や隅田川沿いの下町低地、また崖線沿いに多く分布する超高層の後背部で、数 km に及ぶ弱風域（上昇流）が形成されその側面部では水平方向に幅数 100m の強風軸が形成されている。高度 42.5m の水平・鉛直方向の風速(図 4-11,12)を見ると、強風軸の直下では下降流となることが確認された。このように、超高層建築の分布に応じて、対象地全域にわたって、幅数 100m の弱風域と強風軸のストライプ構造が生み出されることがわかった。これは渦の幅は影響する建物の高さとも一致するという既往研究での見解と整合している。

次に、上空との熱交換が、どのように地上付近の気温に影響しているのか分析を行う。まず、高度 42.5m の水平・鉛直風速（図 4-10,11）を見ると、下町上空部を見ると、日本橋川

や内濠等の水面、東京駅や有楽町駅等の駅や行幸通りといった道路等の相対的に低い地点の上部では、局所的に風速 5m/s 以上の強風化された箇所が見られ一方、山の手にかけては、超高層建築の配置に応じて、①日本橋川、②神田川、③溜池谷等の谷筋に強風軸（平行な風の通り道）ができていた。さらに、また、超高層ビルの背面・前面や、 -2.5m/s 以下の局所的に強い下降流が生じていることがわかった（図 4-11）。

次に、このような強風軸構造が地上付近の気温にもたらす影響を分析するため、平均気温の垂直断面図(図 4-12)を分析する。

- ① 日本橋川の強風軸では、地表面レベルまで冷気が下降し、特に風向と日本橋川の向きが一致する所では、水平風速が 5m/s 以上であり、顕著な気温低減効果が見られた。しかし神田川流域へと流入していく過程で、東京ドーム付近において強風軸が消失している。
- ② 神田川の強風軸は、大川端や埋立地上の超高層建築群の南部をすり抜け、京橋上空部へ東京駅や有楽町駅の上空部を抜けて武蔵野台地の突端に位置する皇居の東御苑に流れこんでいる。尚、この構造を図示（京橋地区）したものが、図 4-13, 14 である。手前側には隅田川沿いの超高層ビル群が分布し、その合間を縫うように風下側にかけて縦渦が流入している様子がわかる。高度 $50\sim 100\text{m}$ を渦の中心とした右回りと左回りの縦渦が交互に生じ、右回りの渦の北部では、下降流が生じ、上空の冷気が地上付近にもたらされている。一方、右回りの渦の南部で上昇流が生じ、地上付近の人工排熱が上空にまで運ばれていることがわかる。皇居前広場では大手町の人工排熱により部分的に強い上昇流が生じているが、北の丸公園、東御苑にかけては、水平風速約 8m/s の大規模な下降流が生じ、神田川流域へ流入している。また、上空の冷気が地上付近にまで到達しており、ヒートアイランド現象が分断されている。同様に靖国神社でも上空からの下降流が生じ、外濠にかけて局所的に強い下降流が生じている様子がわかる。しかし、市ヶ谷の高層群により一部遮られ、風下側の神田川流域低地部の低中層市街地では、地表面でも高温であった。
- ③ 池谷の強風軸では、浜離宮から汐留の超高層群の南部をすり抜けるようにして現在の環状二号線の上空部を通り溜池谷に強風軸が流入しており、赤坂離宮の上空部で大規模な下降流となっていることが明らかとなった。明治 16 年にも溜池谷の谷筋沿いに風の道が創出されていたが、今日においても、一尾存続されていることが明らかとなった。

このように、平成 18 年では、超高層建築の分布に応じて、急速に都市境界層が発達し、対象地全体で、幅数 100m の弱風域と強風軸のストライプ構造が生み出され、地上付近の気温へと影響していることが明らかとなった。強風軸の直下に位置する大規模緑地等では、大規模な下降流が生じており、ヒートアイランド分断効果を有することが明らかとなった。

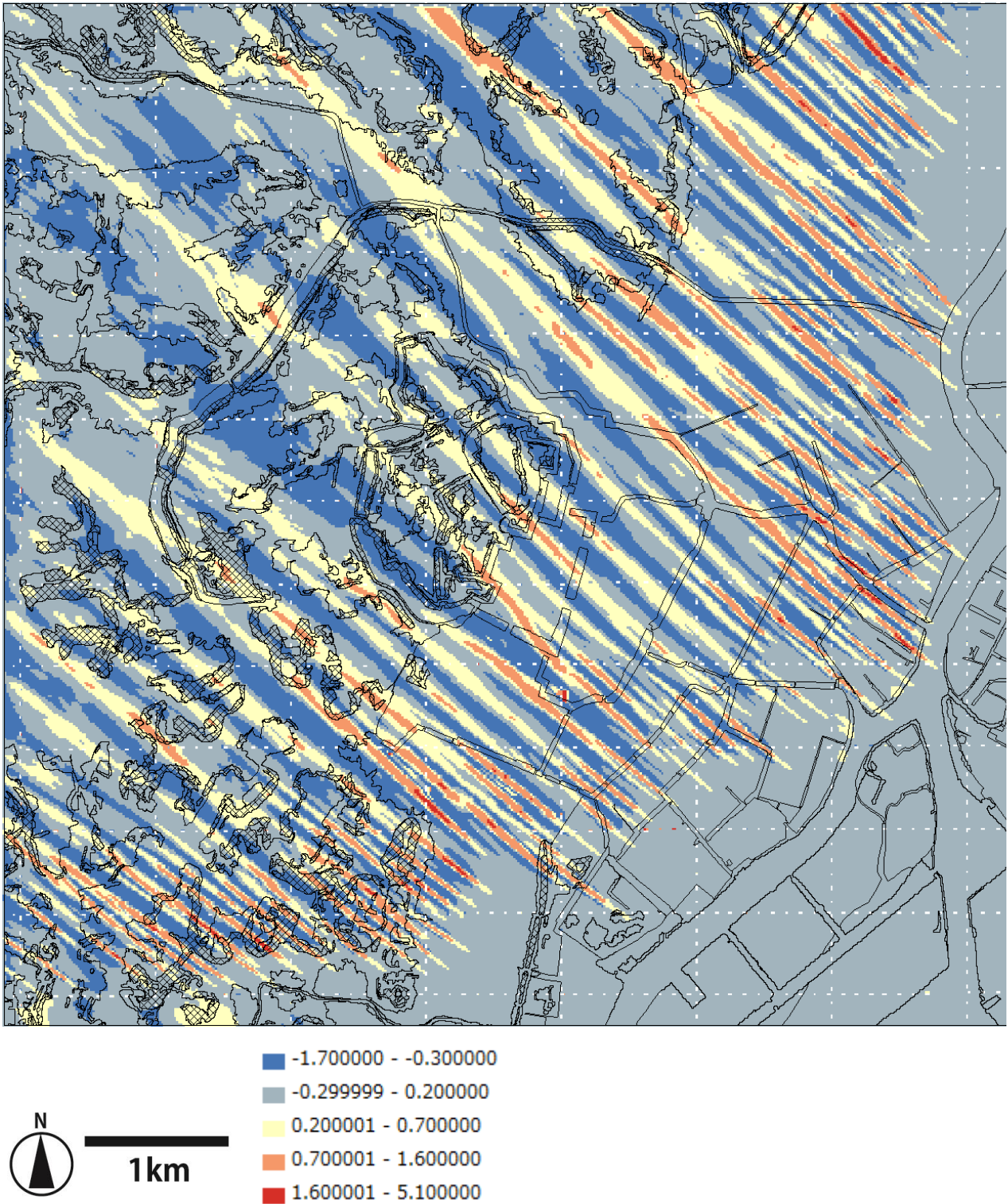


図 4-7. 明治 16 年：高度 72.5m における鉛直風速(m/s)

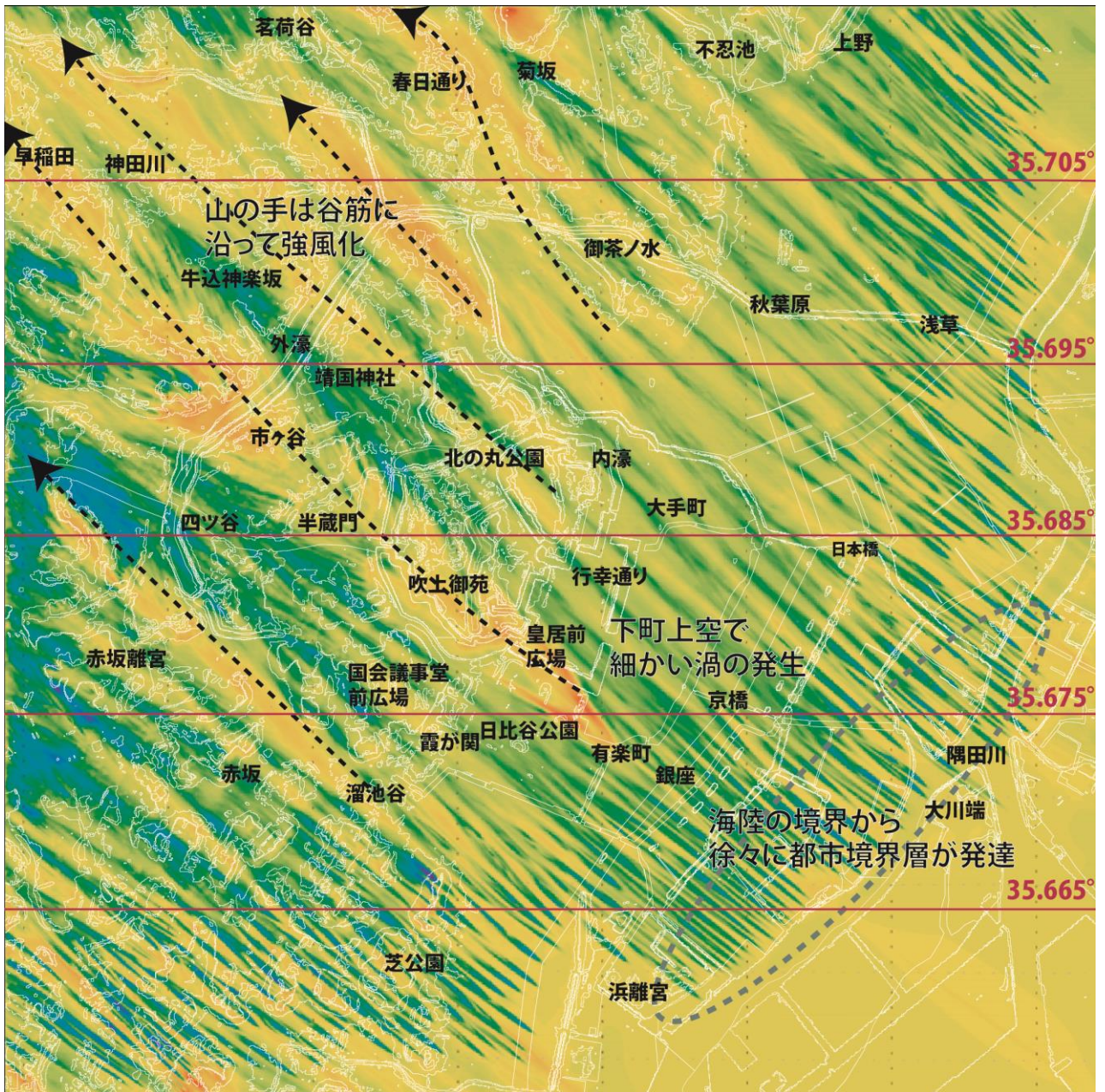


図 4-8. 明治 16 年：地上高度 42.5m における水平風速 (m/s)

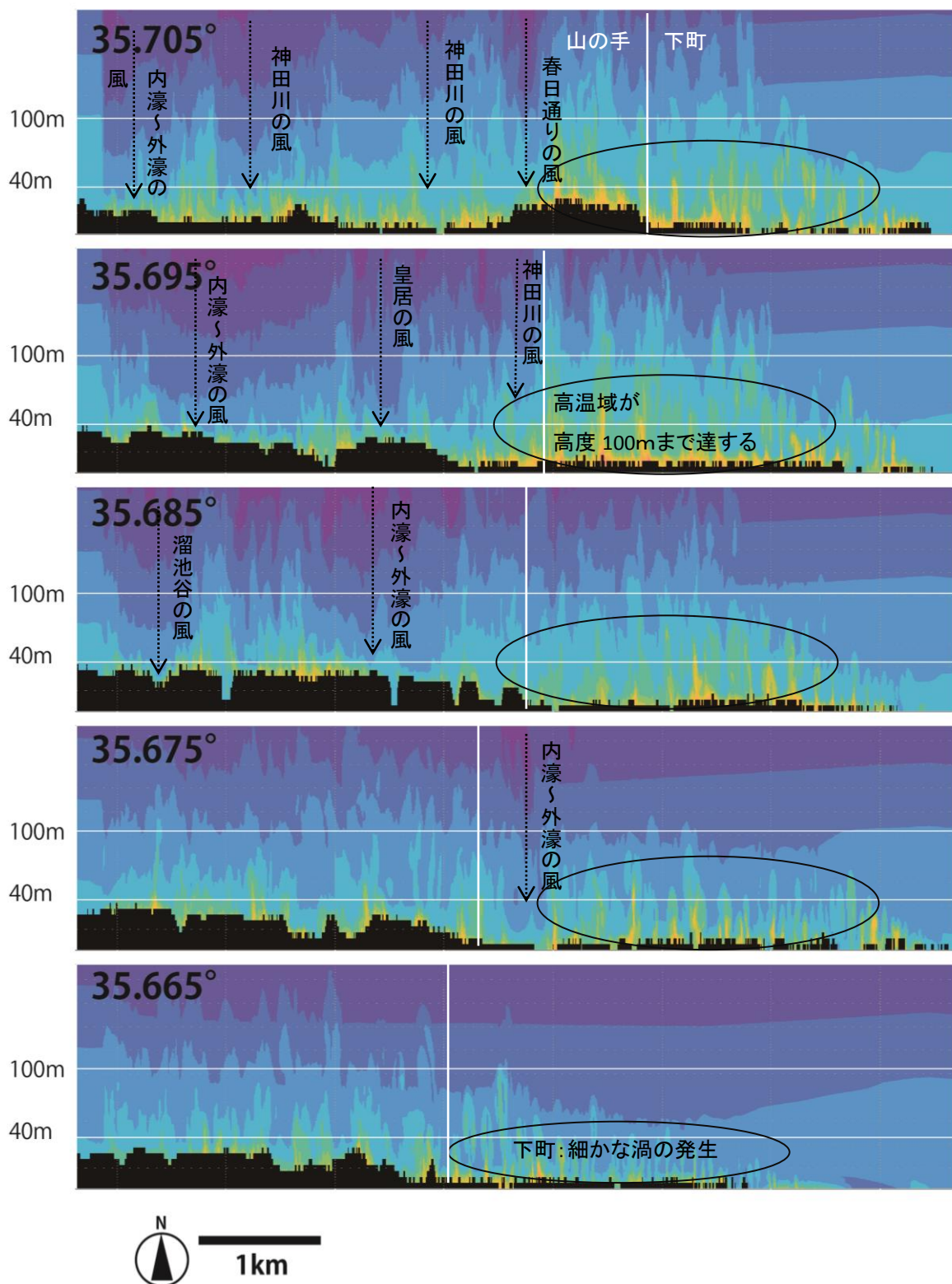


図 4-9. 明治 16 年：緯度 35.665° ~35.705° までの平均気温の垂直断面

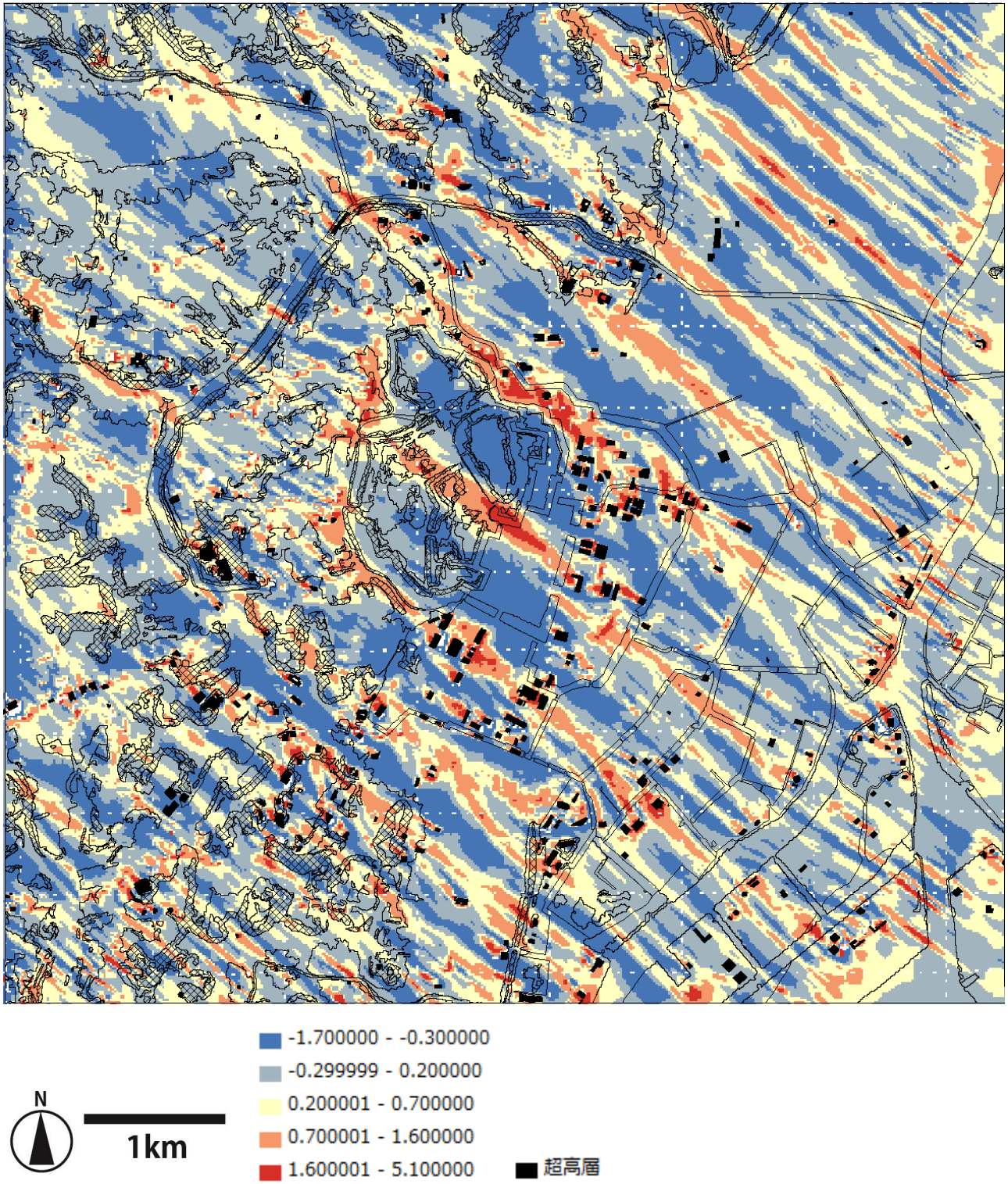


図 4-10. 平成 18 年：高度 72.5m における鉛直風速 (m/s)

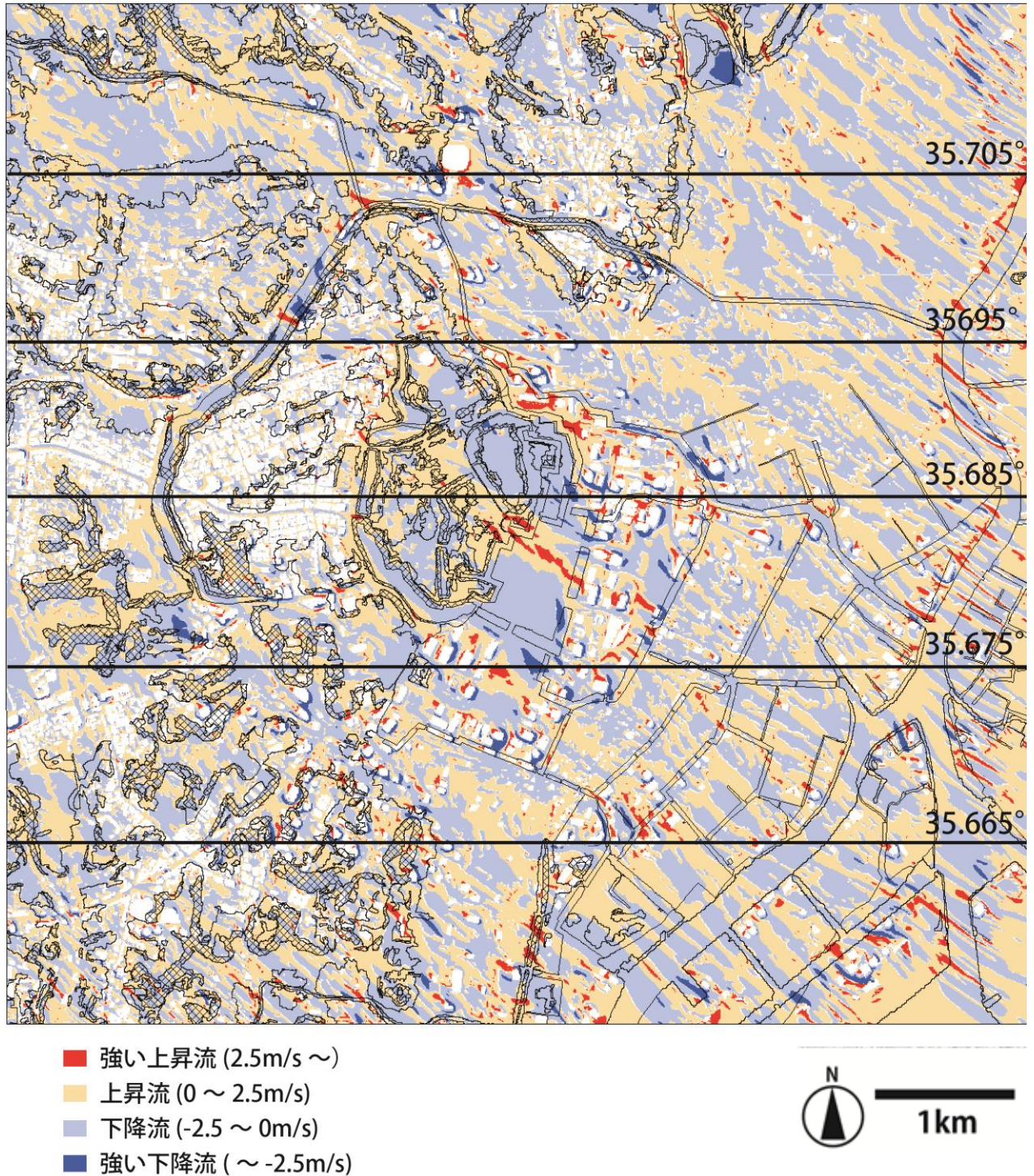


図 4-11. 平成 18 年：地上高度 42.5m における鉛直風速 (m/s)

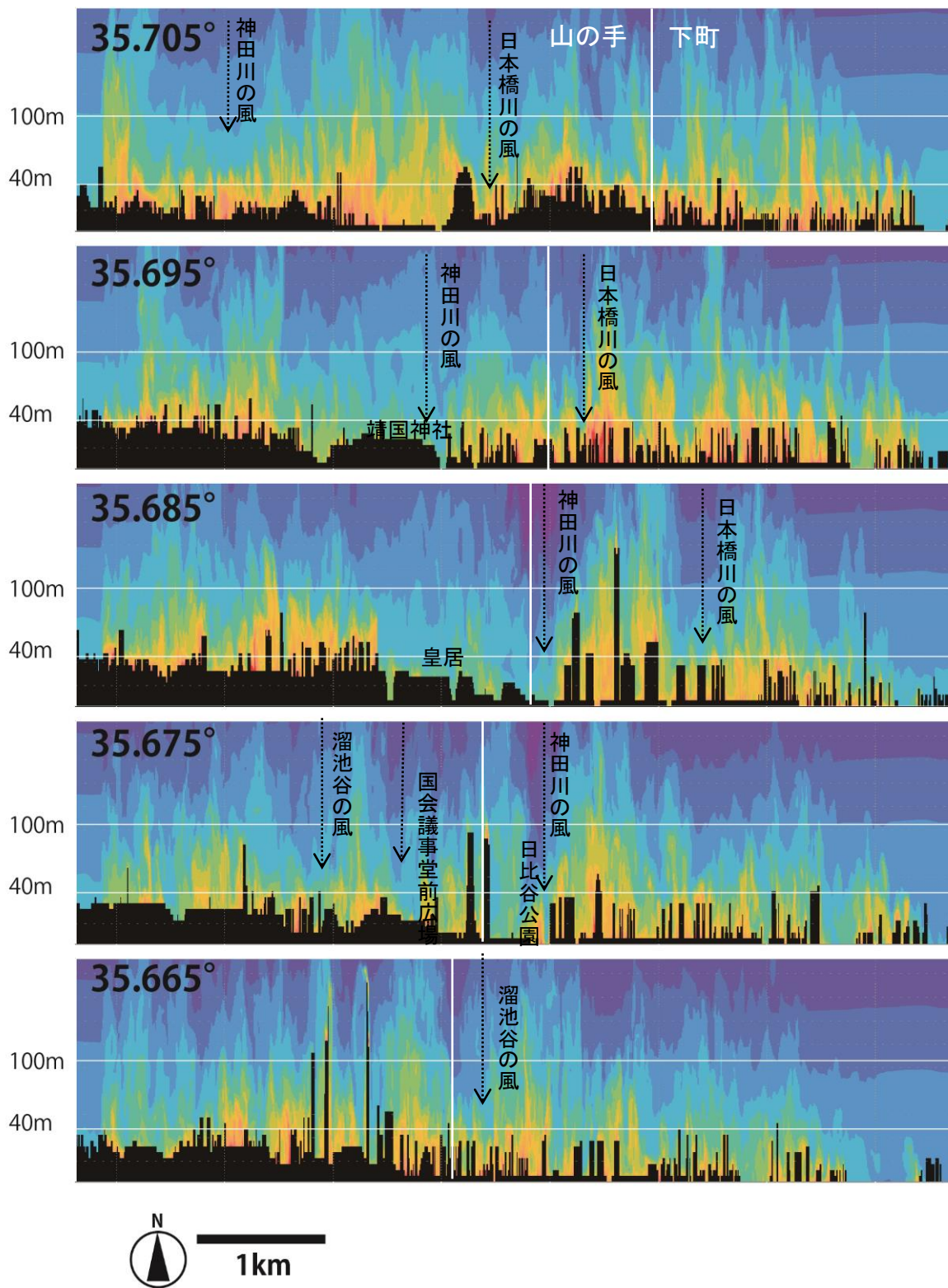


図 4-12. 平成 18 年：緯度 35.665° ～35.705° までの平均気温の垂直断面

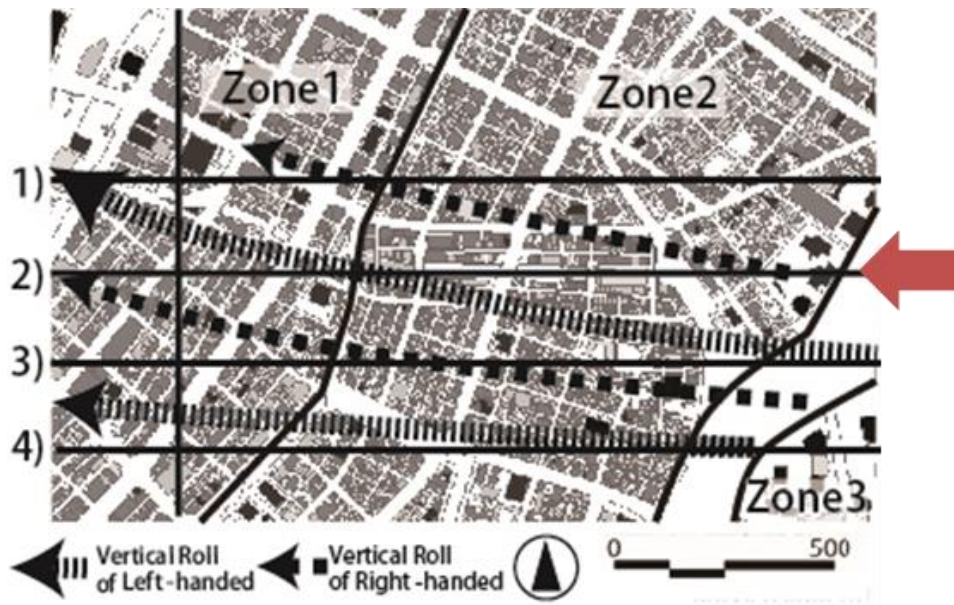


図 4-13.京橋地区における縦渦構造の水平断面

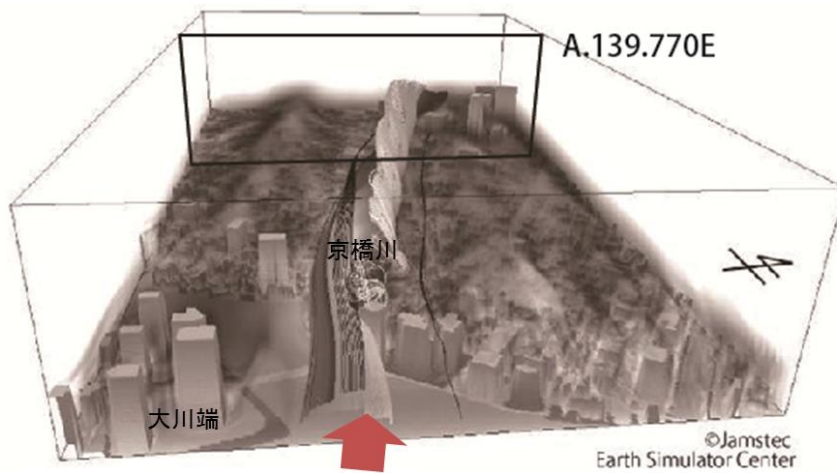


図 4-14.京橋地区における縦渦構造の立体表現

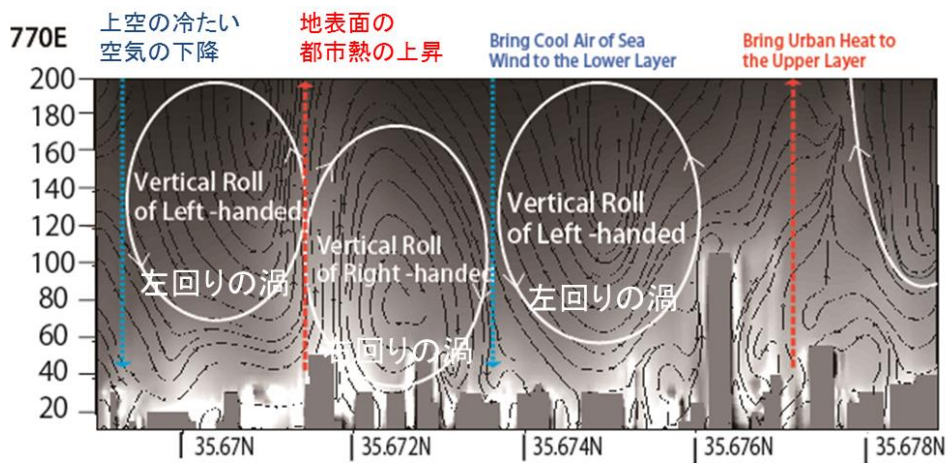


図 4-15. 京橋地区における縦渦構造の鉛直断面

4-4. 地上付近の熱・風環境の変化

次に、地上付近の熱・風環境を詳細に分析する。地上からの相対高度 2.5m の気温と風速（水平・鉛直）・相対湿度・体感温度を解析し、まず全体の傾向を分析した。算出には、計算時間 20–30 分の平均値を用いた。（図 4-16~26）。尚、白い箇所は建物内部であり、データなしである。

4-4-1. 地上付近の風速

まず、水平・鉛直風速（図 4-16~21）を見る。

明治 16 年では、下町低地での中密市街地では、風速が 1m/s 前後と風が滞っている一方、山の手台地では地上開度（入組み度）が風速に影響していることが視認される。地上の低密市街地やオープンスペースでは、水平風速が大きく、特に風上側の突端部では、上空の冷気がそのまま水平方向に流入し、風速が最大である(4m/s 強)がわかった。一方、崖線上では最も水平風速が小さく、1.6m/s 前後である一方、鉛直風速を見ると、傾斜方向が南・南東向きの崖線では、風速 1m/s 前後の上昇流が、北・北西向きの崖線では、下降流が生じていた。また、谷地の中密市街地（武家地・町人地）では、同様に風速が小さい傾向が見られる。このように、入組み度を示す開度分類と、標高を合わせた微地形分類は、上部の建築の分布（建蔽率）と相まって、風の方向・大きさを規定している様子が見てとれた。これより、江戸期における町人地、武家地、大名屋敷等の土地利用と、微地形での位置づけと、建物の密集度の両面が合わさり、風環境と相関が極めて高いと考えられる。

一方、平成 18 年を見ると、全域で高密化により、1m/s 弱と弱風化しているように見受けられる。しかし、日比谷公園や皇居前広場等の超高層ビルの背面の大規模空地や、汐留や大川旗、また丸の内地区等の超高層建築の側面道路上では、局所的に風速 8m/s 弱の極めて強い箇所が生み出されている。また、鉛直風速に関しても同様に、超高層ビルの前面・背面において、局所的に強い上昇・下降流が確認され、突風（ビル風）が生じている様子がわかった。一方、崖線上では、明治初期と同様に風速低減効果や鉛直流が見られた。

このように、明治 16 年では、風環境は、微地形条件—建物条件により主に規定されていた。しかし、平成 18 年では高密化によって、全体が弱風化する一方、隅田川沿いや下町低地、崖線沿いに多く分布する超高層建築や、近代以降継承・創出された大規模緑地の分布に応じて、局所的な強風化された箇所が分布するといったように、風環境が大きく変化していることがわかった。

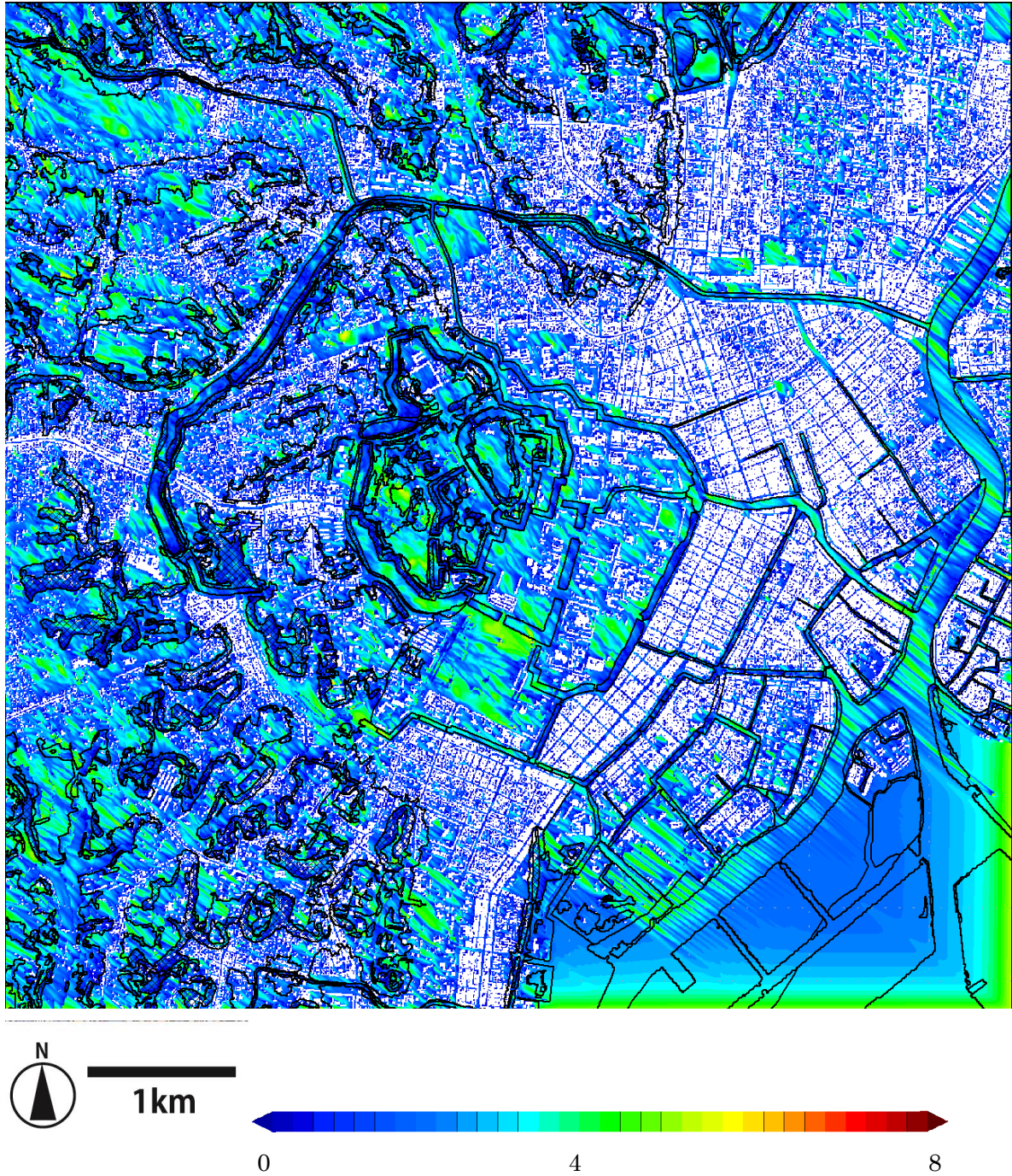


図 4-16.明治 16 年：地上 2.5m 平均水平風速(m/s)

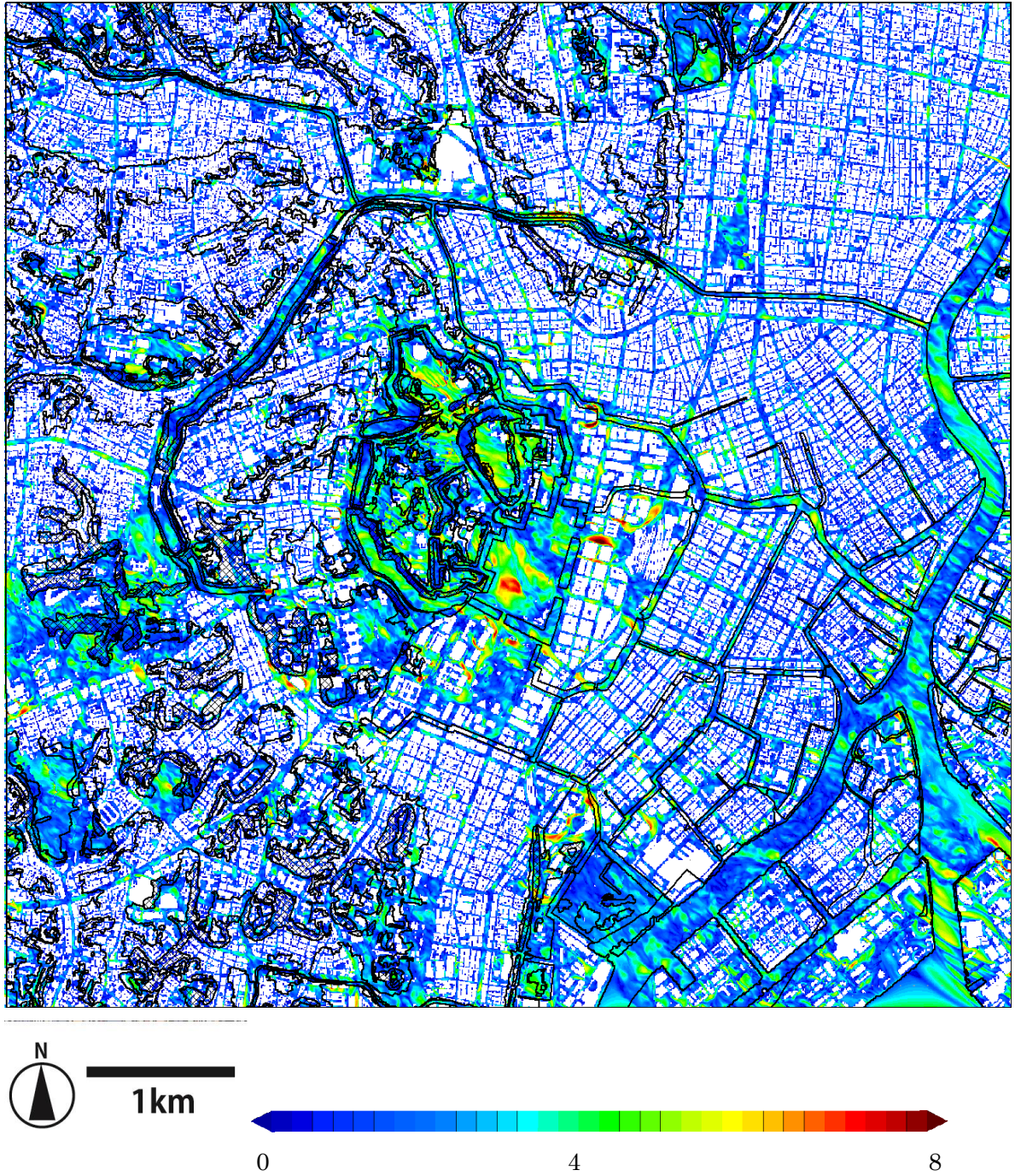


図 4-17.平成 18 年：地上 2.5m 平均水平風速(m/s)



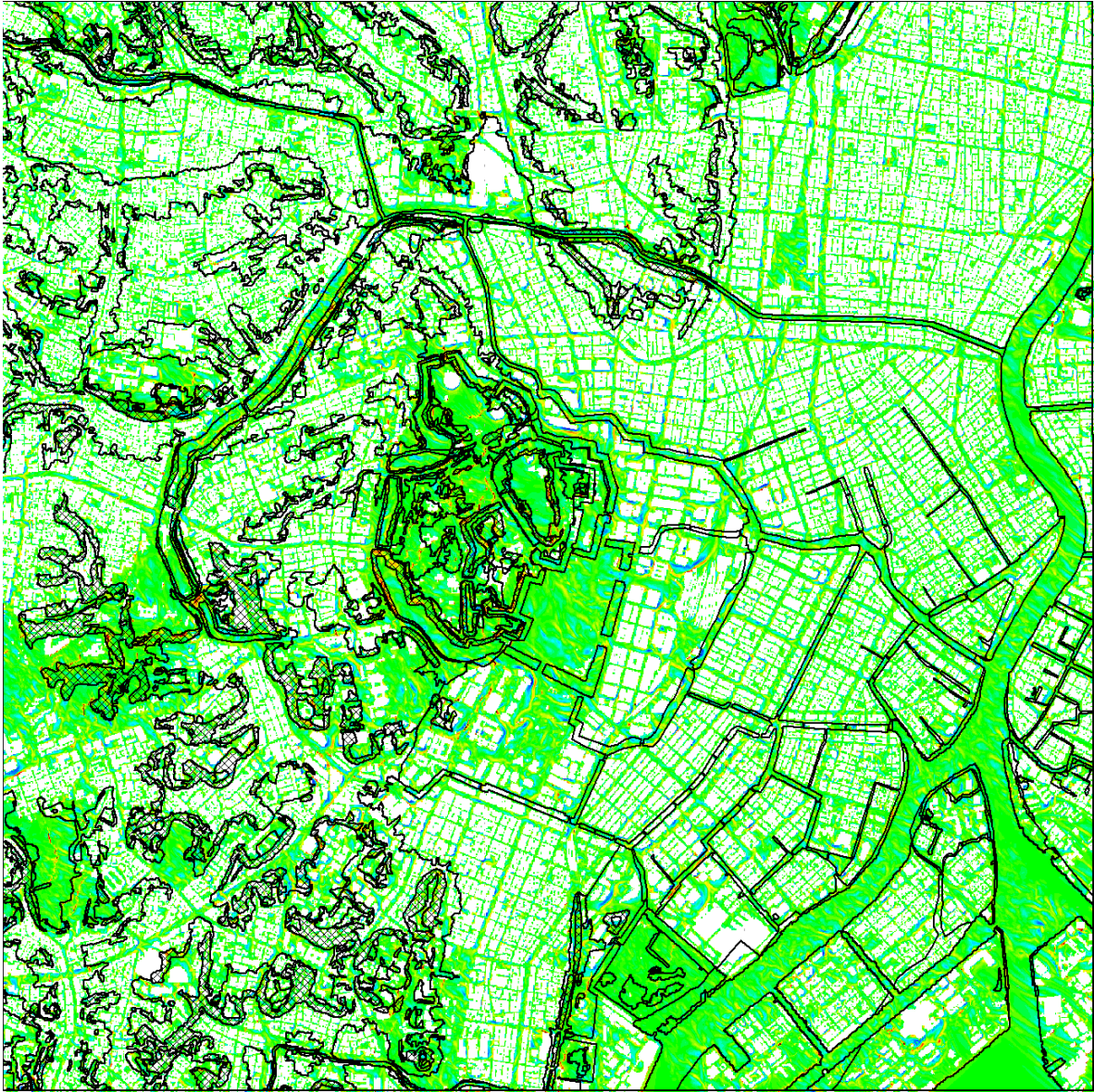
1km

-1.65

0

1.55

図 4-18.明治 16 年 : 地上 2.5m 平均鉛直風速(m/s)



1km



図 4-19.平成 18 年：地上 2.5m 平均鉛直風速(m/s)

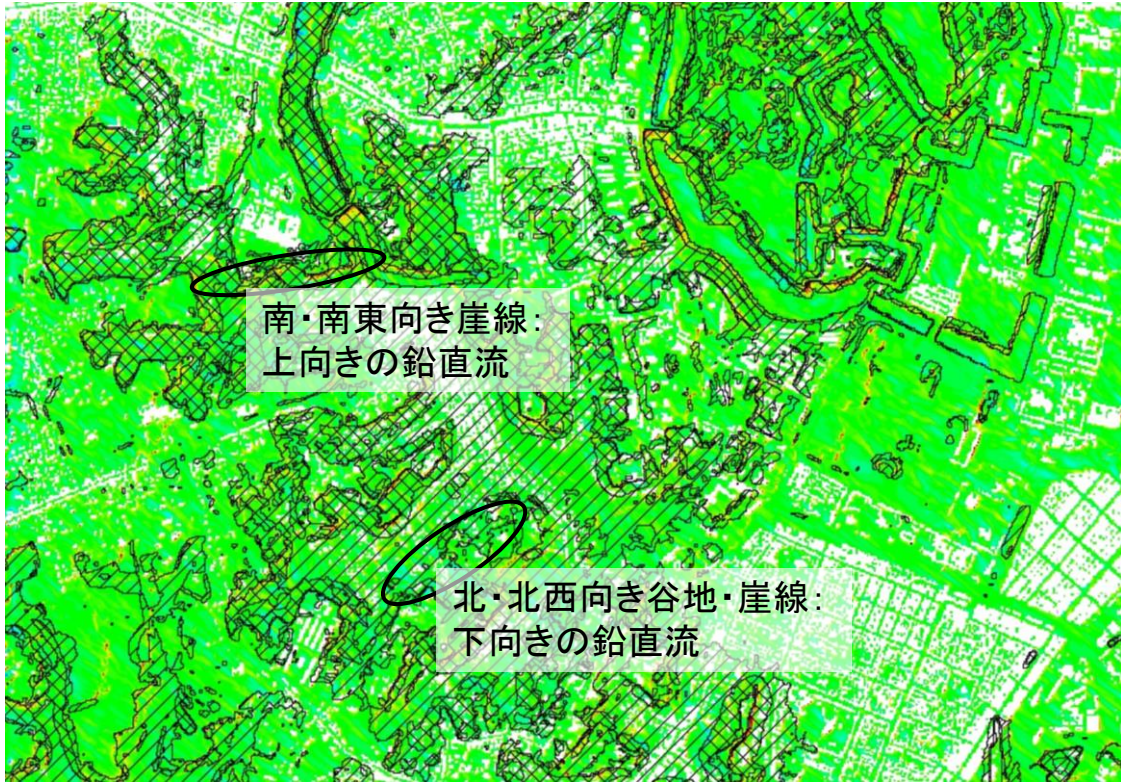


図 4-20.明治 16 年：地上 2.5m 平均鉛直風速(m/s)拡大図：溜池谷

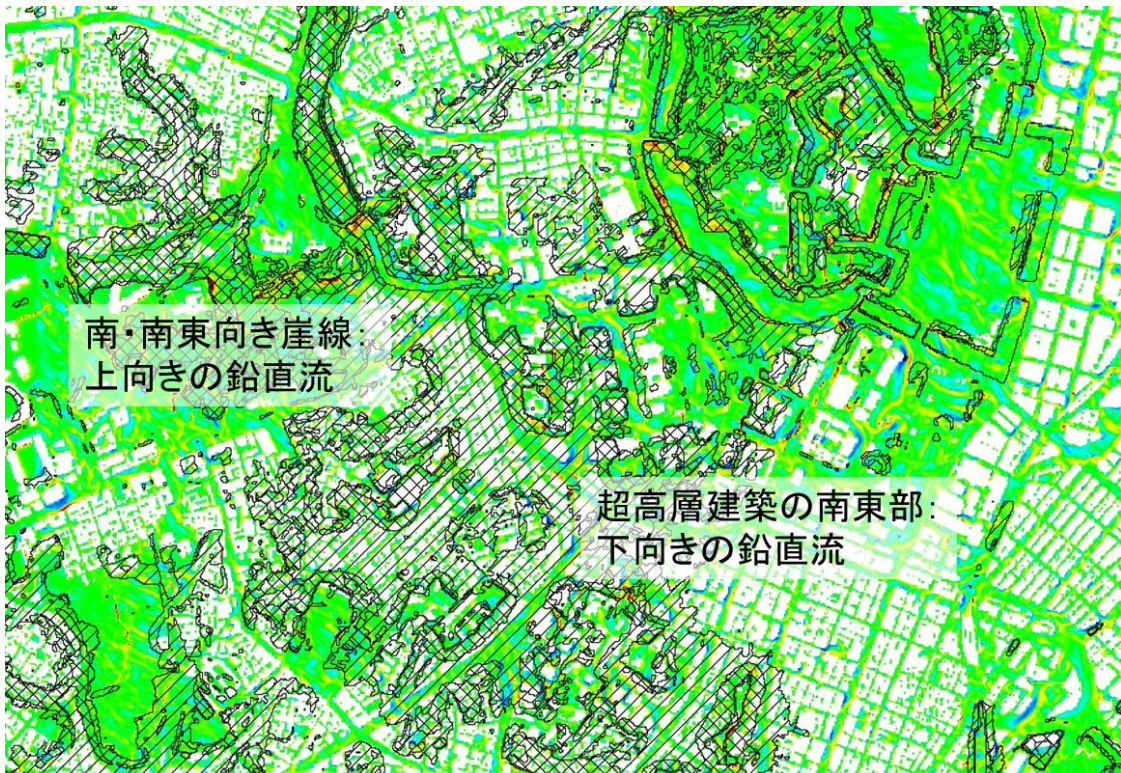


図 4-21.平成 18 年：地上 2.5m 平均鉛直風速(m/s)拡大図：溜池谷

4-4-2. 地上付近の気温

次に、明治16年、平成18年の平均気温を分析する(図4-22,23)。

まず明治16年では、下町低地では、平均気温が34-35℃前後、中密市街地では35-36℃前後と高い。水面が存続していた水路網上では33-34℃と涼しい環境であった。隅田川沿いや、神田川の低地部(早稲田)付近では、水田が広がり、平均気温も32-33℃と低い値であったことがわかる。一方、山の手台地では、水平方向の風が流入する台地の突端部では、気温が32℃前後と低く、南向き斜面の崖線でも同様に気温が低いが、北向き斜面の崖線や、谷地に分布する中密市街地では、36℃まで気温が上がっている。一方で、谷地の水面や、斜面地の樹林地等では、気温が32℃前後と低く、クールスポットとして機能していたことがわかる。また、下降流が生じていた内濠～皇居～市ヶ谷～外濠にかけては、気温が31-32℃と最も低く、上空の冷気が地上付近まで導入されている。

このように、明治16年では、風速同様に平均気温も、微地形による都市スケールでの気温への影響と、建物密度や微細な緑被地の分布に応じた街区スケールでの微気象が相まって気温を規定していたと考えられ、土地利用に応じて異なった熱・風環境を有していたと考えられる。

一方、平成18年を見ると、気温が35-36℃と全体的に温度が約2-3℃上昇し、これは既往研究での成果と近い。特に北西部の神田川流域では、台地上でも低地部でも宅地化が進行し、35-38℃の高温となる。しかし、大規模緑地として残された箇所(皇居・青山霊園・赤坂離宮・浜離宮等)では、32℃前後と、高密な市街地の中でクールスポットとして機能している様子がわかる。特に、平成18年にかけて樹林地が広く分布している箇所(皇居北部)、また、下町低地の水路網が残された箇所(日本橋川)や、山の手台地の崖線上に残された樹林地(港区北部)も、32℃前後であり、現在でもクールスポットとして機能している様子がわかる。特に、日本橋川で風方向と川の向きが一致する箇所では、気温が低い。さらに、下町全体で、高度42.5mで生じていた強風軸の直下は35℃前後、弱風域の直下では、38℃前後と、約2-3℃の差が生じていることが視認される。

このように、平成18年では、全体が高温化する中でも、継承・抄出された緑地と、超高層の分布に応じて生み出された弱風域と強風軸のストライプ構造によって、地表面レベルの気温が規定されていることがわかった。

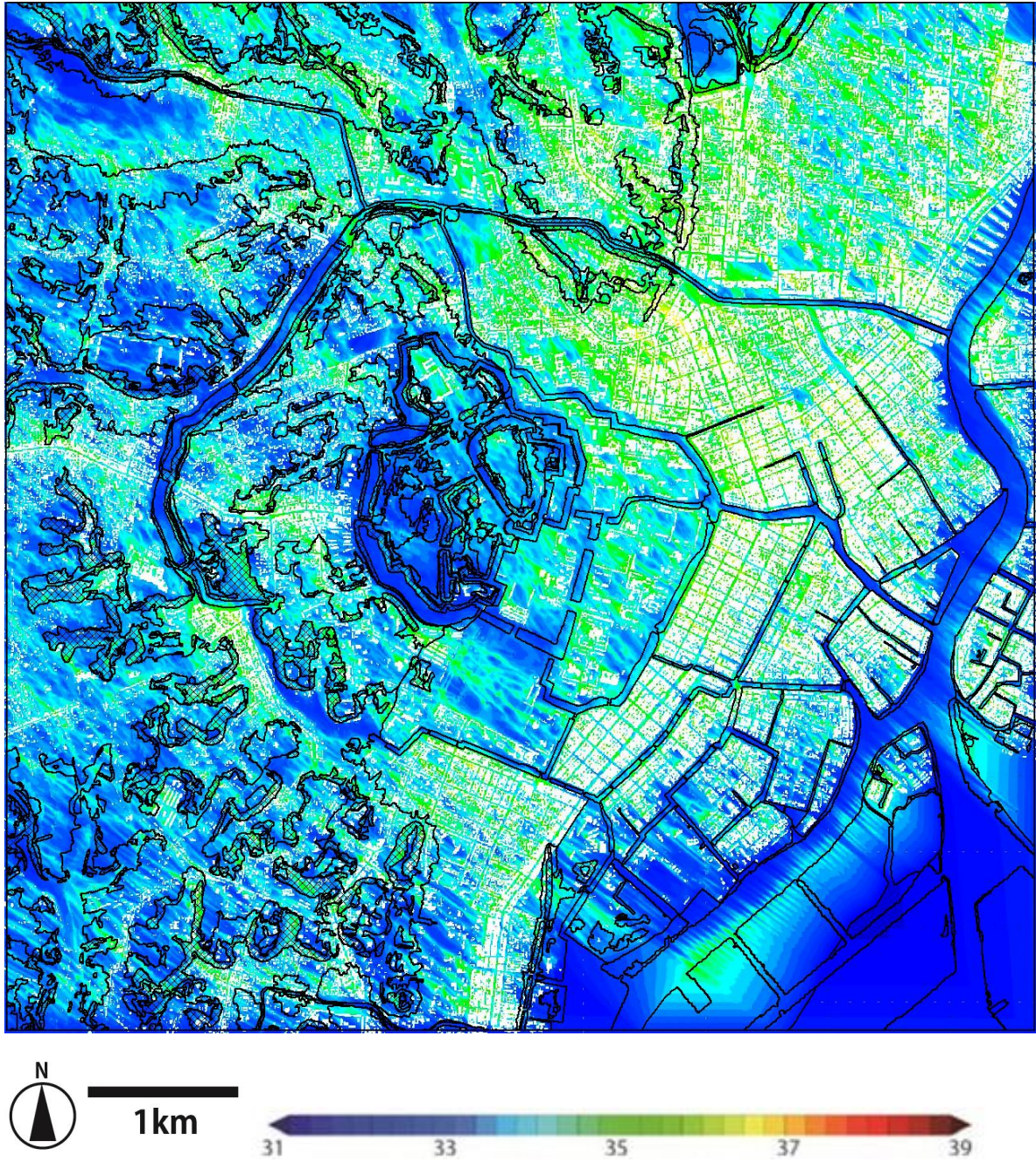


図 4-22.明治 16 年：地上 2.5m 平均気温(°C)

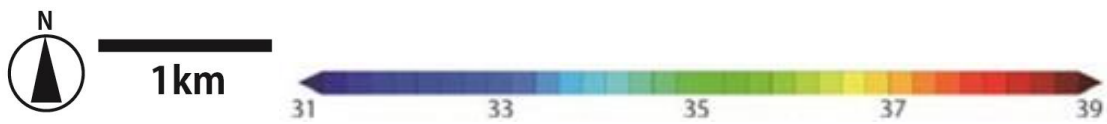


図 4-23.平成 18 年：地上 2.5m 平均気温(°C)

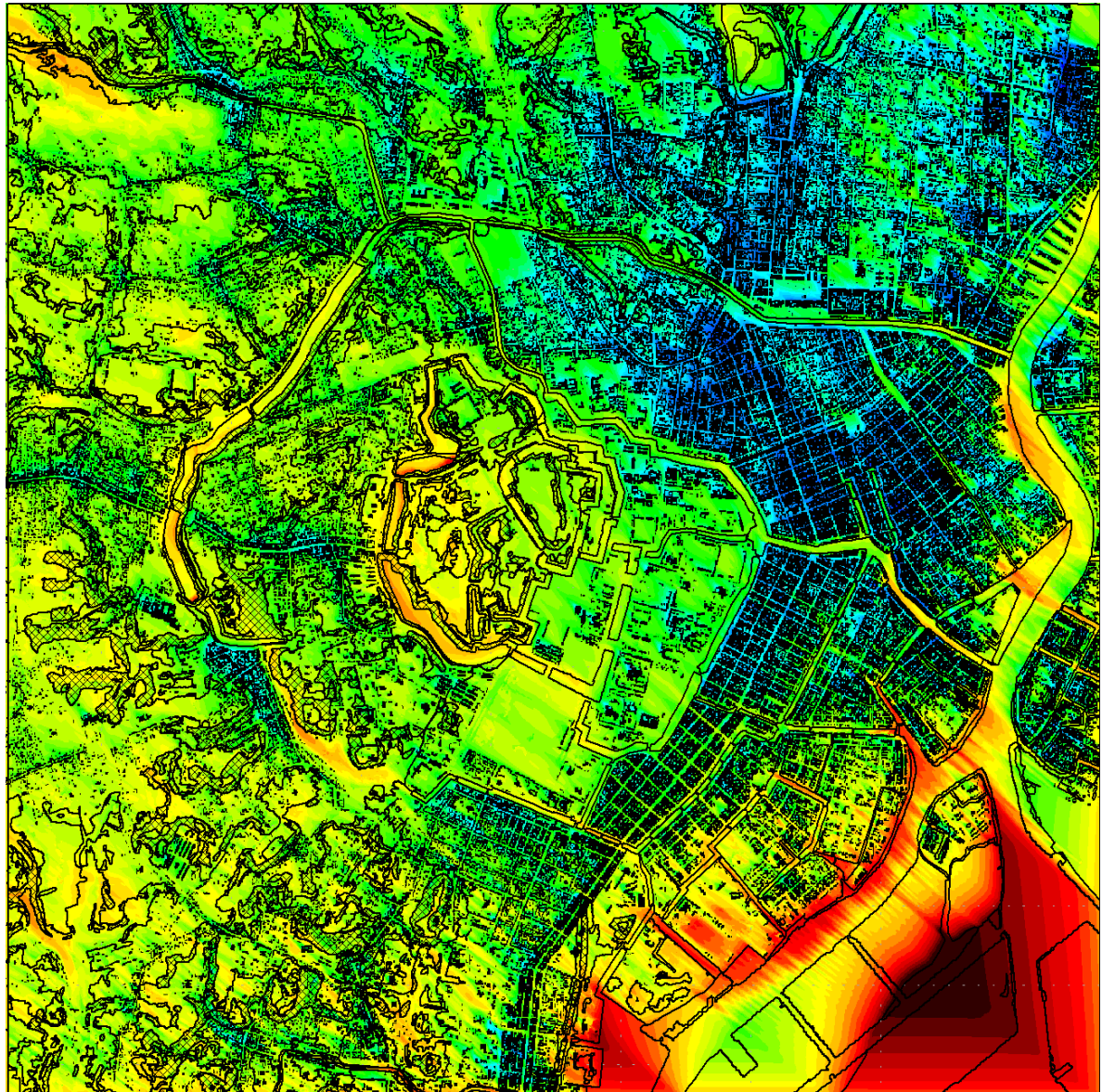
4-4-3. 地上付近の相対湿度

また、明治16年、平成18年の平均相対湿度を分析する（図4-24,25）。

まず明治16年では、広大な水面の分布が見られる隅田川、外濠、内濠、早稲田の水田で、60%前後と最も相対湿度が高いことがわかる。また、広大な水面の風下側でも、湿度が高い。下町低地や谷地に広がる中密市街地では、相対湿度が50%前後と比較的低い。水平方向の風の流入が見られる山の手の台地上では、58%前後と相対湿度が高く、冷気の導入や、草地や樹林地の分布によるものと考えられる。また、隅田川沿いでは、隅田川に対して直角な水路網で、市街地内にまで相対湿度60%以上の箇所が分布することがわかる。このように、明治16年では、風速・気温同様に平均相対湿度も、広大な水面の有無とそこからの距離が最も相対湿度に影響しており、さらに風の流入や樹林地・草地の分布も湿度の上昇に影響していたと考えられる。また、町人地等の中密市街地では、比較的湿度が低かったことがわかる。

一方、平成18年を見ると、全体的に相対湿度が低下し、46%前後であり、明治16年に比べて乾燥していることがわかる。しかし、水路網、樹林地が継承・創出された箇所では、相対湿度57%程の箇所が分布している。また、高度42.5mにおける強風軸の直下では、乾燥した市街地の中にも、湿度55%程の場所が分布しており、上空の湿気を伴った冷気が地表レベルに導入されていることがわかる。

このように、明治16年、平成18年で、極めて異なった相対湿度の分布となるが、水路網、崖線上に多く分布する水面、樹林地は、現代において相対湿度の高い場所として継続していることがわかった。



1km

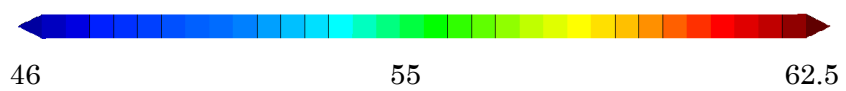


図 4-24.明治 16 年：地上 2.5m 相对湿度 (%)

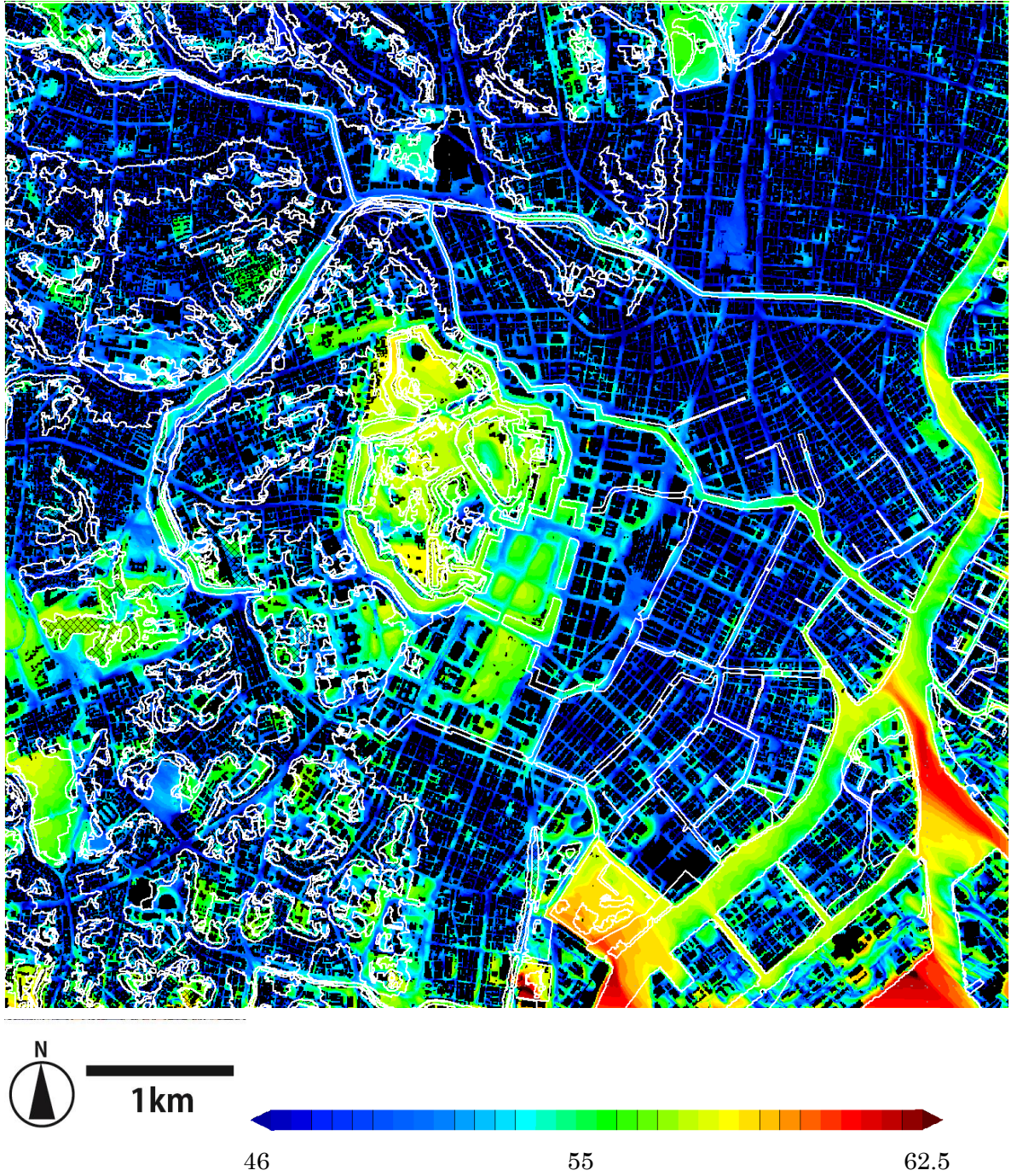


図 4-25.平成 18 年：地上 2.5m 相对湿度 (%)

4-4-4. 地上付近の体感温度

(1)～(3)にかけて、平均風速・平均気温・平均相対湿度の算出を行い、明治16年、平成18年それぞれの環境を概観した。しかし実際には、人は、その場所を快適・不快について、風速・気温・相対湿度を合わせたものにより評価している。そこで、これら三つの変数を統合し、人の快適性に関わる指標として、体感温度を算出した。尚、快適性の指標に関しては、環境省により、あらゆる体感指標がまとめられており、建物の間の放射環境や風速・湿度、等を地点ベースで細かく算出し評価するものが多い。

しかし、本研究では、平均気温・平均風速・平均相対湿度を変数として含んでおり、総合的に評価する指標としてミスナール体感温度を選択した。

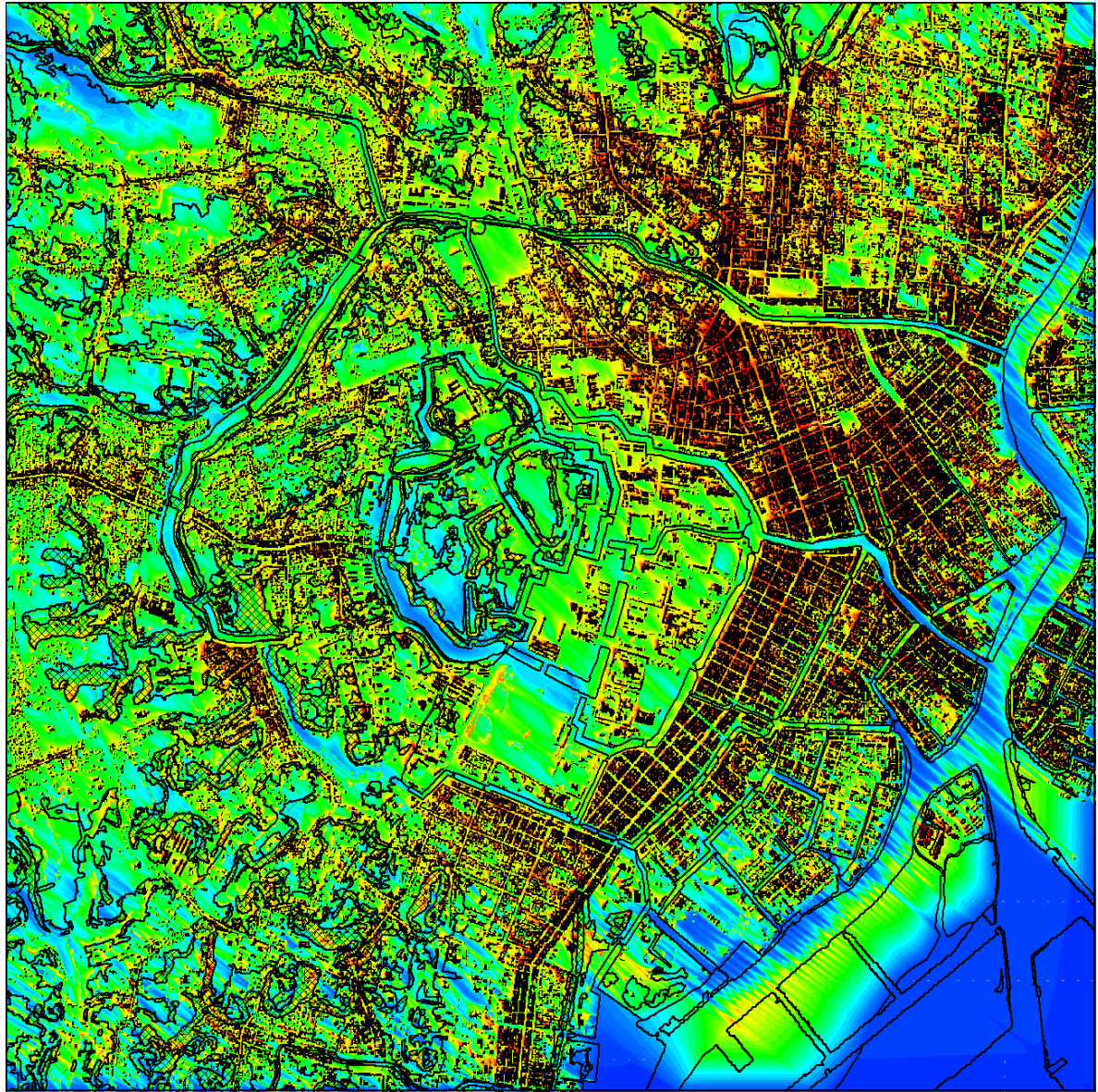
尚、ミスナール体感温度は以下の式(1)である。【補注2】

$$NET = 37 - \frac{37 - T}{0.68 - 0.0014RH + 1/(1.76 + 1.4v^{0.75})} - 0.29T(1 - 0.01RH) \quad \dots (1)$$

T: 気温, V: 風速, RH: 相対湿度

尚、(1)式によると、気温が低い程、風速が大きい程、相対湿度が小さい程体感温度は低く算出される。算出結果(図4-26～29)を見ると、明治16年では、また、高密度市街地では体感温度が約31.45℃前後と高いことがわかる。これは、現代に比較し、明治初期では相対湿度が高かったためと考えられる。北向き斜面である崖線や谷地で、風速の低減効果と気温上昇効果が合わさり、体感温度が比較的高くなっている一方、谷地の水面や水路網は、28℃前後の場所が分布しており、クールスポットとして機能していたことがわかる(図4-28)。このように、明治16年では、微地形が体感温度へと大きく影響していたことが可視化された。一方、平成18年では、全域が30℃以上と体感温度が高くなり、微地形による体感温度の差異は明治期より小さくなっていることがわかる。しかし、皇居や浜離宮等の大規模緑地で、一部28℃未満と低温の箇所が分布しており、これは気温低減効果、風速上昇効果、相対湿度上昇効果が合わさった結果であると考えられる。

このように、風速、気温、相対湿度により算出される指標であるミスナール体感温度を設定することにより、より明治16年と平成18年の差異が明確に視認することができた。



1km

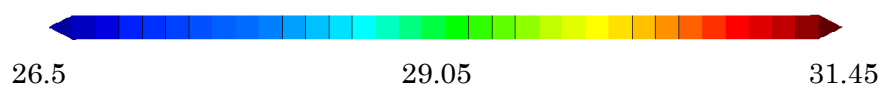
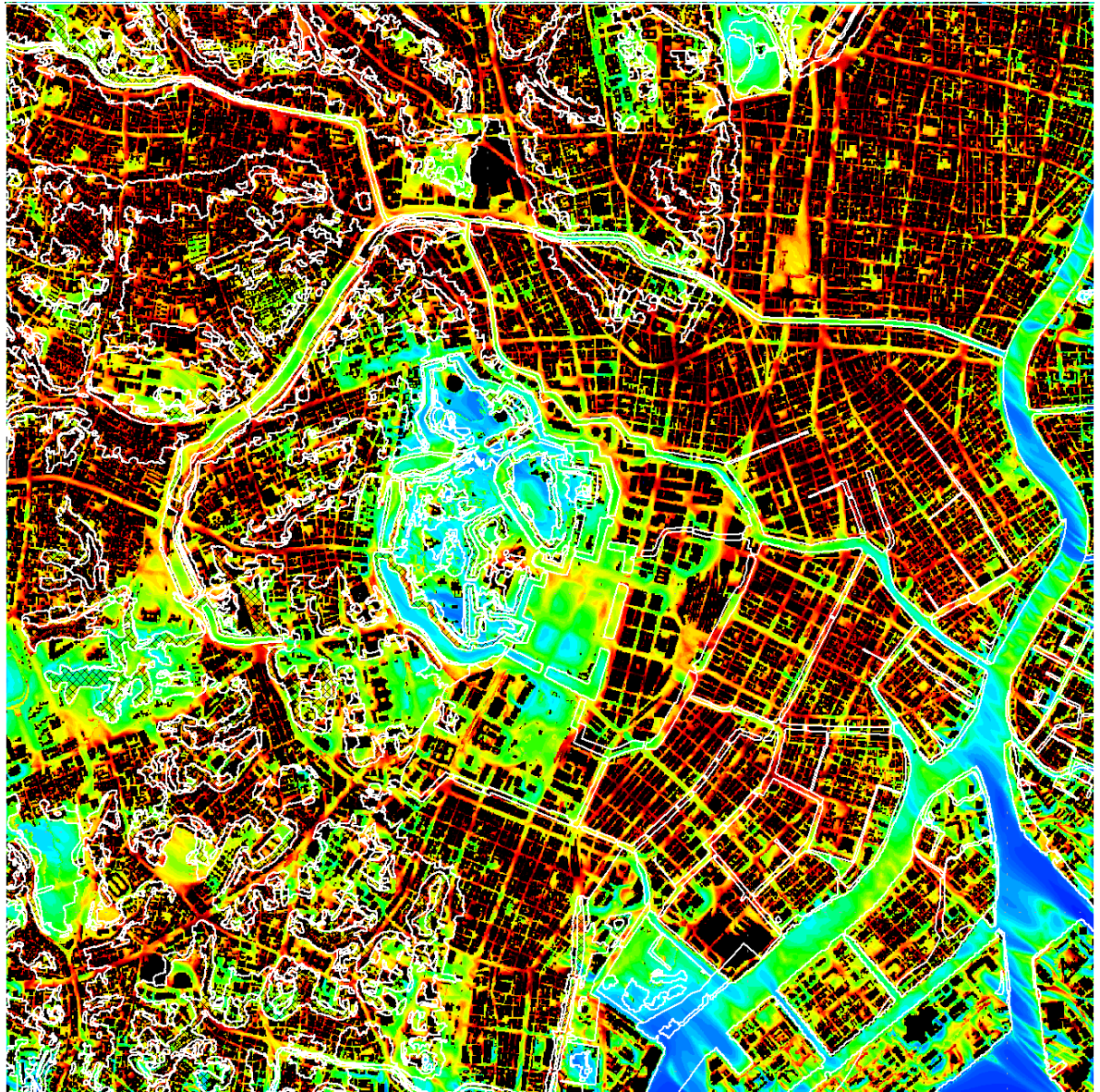


図 4-26.明治 16 年 : 地上 2.5m 体感温度(°C)



1km

26.5

29.05

31.45

図 4-27.平成 18 年：地上 2.5m 体感温度(°C)

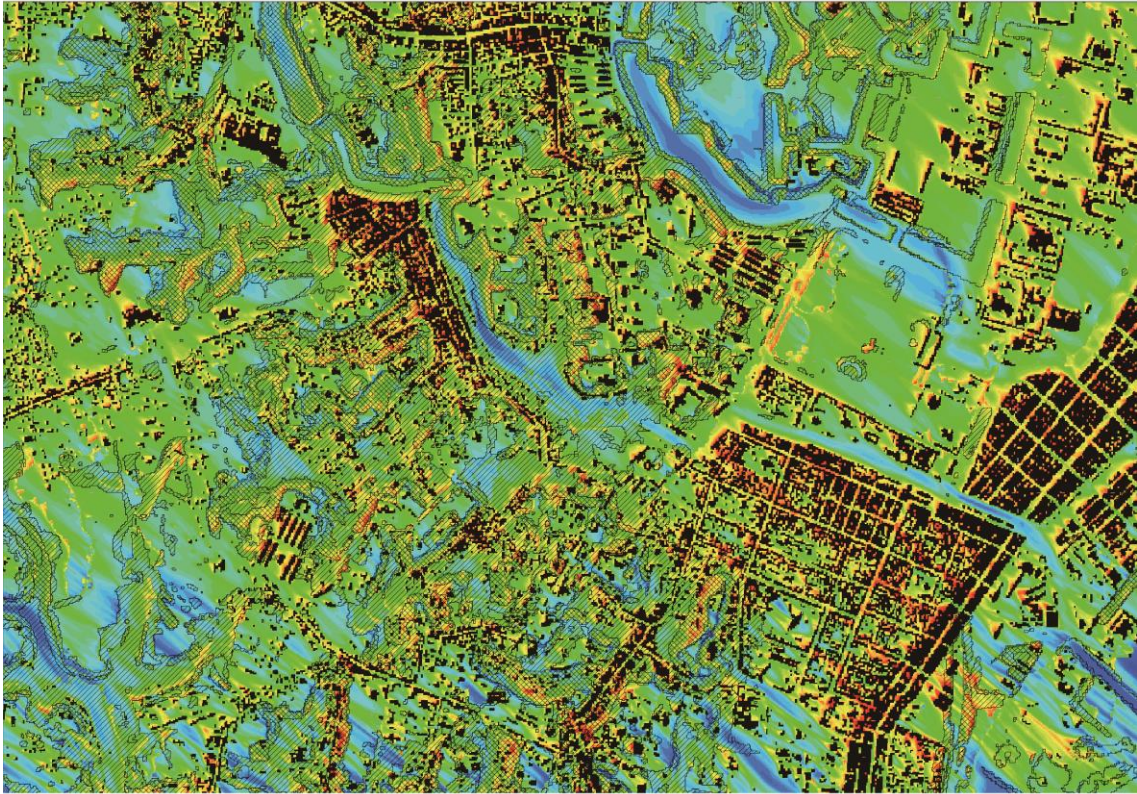


図 4-28.明治 16 年：地上 2.5m体感温度(°C)拡大図：溜池谷



図 4-29.平成 18 年：地上 2.5m体感温度(°C) 拡大図：溜池谷

4-5. 小括

本章では、明治16年、平成18年の上空と地上付近の熱交換（渦構造）の変化と、地上付近の熱・風環境の変化の解析を行った。結果をまとめたものが、表4-2.である。

まず、上空の立体的な渦構造を支配する要因として、明治16年では風向に対する谷地形の開き具合に応じて、強風の箇所が形成される一方、平成18年では、隅田川沿いや埋立地に多く分布する超高層ビルの配置が支配的となり、幅数100mの強風軸と弱風域のストライプ構造を生み出しており、特に強風軸が位置する大規模緑地上空部では、ヒートアイランド現象の分断効果を有していることがわかった。二時期ともに、強風化された箇所では、下降流が生じ、地上付近の気温の低減効果を有していると考えられる。

一方、地上付近の熱・風環境は、明治16年では、地上開度による微地形分類が、土地被覆と合わさって、風速や気温、湿度に顕著に影響を与えていたと考えられる一方、平成18年では、全域にわたって市街化が進み、風速が低下し、気温が上昇しているように見受けられる。しかし、大規模緑地として創出された箇所や、斜面上に樹林地が残っている箇所、また、水路網上に水面が残っている箇所に関しては、現代でも周囲より2℃程気温が低く、クールスポットとして機能していると考えられる。

次章では、地上付近の熱・風環境の要因分析を行い、第3章において設定したマトリクス構造（ランドスケープ・ユニット）の計画単位としての有効性を検証していく。

表 4-2 . 熱・風環境の変化分析まとめ

		山の手	下町
上空の海風 高度50m~200mでの	明治16年	風向に対する谷地形の微細な開き具合に応じて、強風の箇所が形成	細かな筋が入っている
	平成18年	微地形の起伏に応じて、風速が分布するが、一部斜面上に分布する超高層ビルによって強風軸が生み出されている。	隅田川沿いに多く分布する都市再開発(超高層ビル)の相対的な配置によって、強風軸(縦渦構造により上昇流と下降流が交互)が多く生み出される
風速(水平・鉛直)・体感温度 地表面2.5mでの気温・	明治16年	気温: 地表面の微細な土地被覆(建蔽率・斜面の樹林地・低地の水路網や池等の水面)に応じて、地表面の気温が規定されていた。 水平風速: 微地形(地上開度) 鉛直風速: 微地形(地上開度と傾斜方向)が影響。	
	平成18年	強風軸の直下の地表面2.5mでは、高密な市街地でも気温低効果が見られた。地表面の土地被覆が大きく影響。 大規模緑地では、微地形の影響。超高層ビルによる水平・鉛直方向の効果大きい。街路・水面の風向に対する向きが風速に影響。	

第5章 マトリクス構造と熱・風環境の 変化の相関分析

5-1. 二時期の地上付近の気温変化をもたらした要因分析

これまで、5mメッシュごとの熱・風環境指標の算出・可視化を行い、傾向を概観した。次に、どういった要因が、どのように二時期の熱・風環境や、その変化に影響を与えたのかに関して、定量的に分析を行うため、第3章で設定した単位（微地形と道路網による分析単位）ごとに、地上付近の熱・風環境の回帰分析を行い、指標の有意性を検証する。それにより、ランドスケープ・ユニットの政策単位としての有効性を検証するとともに、ランドスケープ・ユニットのみでは説明できない要因もに関して、検証し分析を行う。

5-1-1. ランドスケープ・ユニット

まず、地上付近の熱・風環境とマトリクス構造(ランドスケープ・ユニット)との関係进行分析するため、第3章で設定した分析単位ごとに、明治16年、平成18年、二時期の差分の平均値を算出した。算出手法としては、ArcGIS上において地表面2.5mの温度・風速・体感温度の「ラスターデータをベクタデータに変換」した上で、単位ごとに平均・最大・最小値を「空間結合」により算出した。結果、図4-30~39のように、単位別の平均値が可視化された。

明治期から現代の風速の変化を見ると、大規模な下降流が生じていた皇居では風速が上昇している。また、全般的に、幹線道路では強風化が進み、西部の宅地化が進んだ箇所では、風速低下が生じている。一方、超高層街区の側面道路では風速4m/s以上の極めて強風の箇所が生み出されている。

一方、明治期から現代の地上付近の平均気温の変化を見ると、平均的には、1~3℃上昇している一方で、隅田川の埋立地や、北西部の神田川流域の台地や低地部において、低層の住宅地による宅地化が進んだ箇所では、3℃以上の高温化がなされた箇所が見られる。一方で、皇居北部・浜離宮・不忍池では、平成18年の方が、明治16年よりもむしろ気温が低くなっている。この要因としては、皇居北部では樹林地が創出されたことが考えられるが、不忍池、浜離宮では、土地被覆はあまり変化が見られないものの、強い下降流が生じ、上空の冷気の取り込みによる気温低減効果が考えられる。下町全体では、全般的に高密度・高層化が進んでいるが、弱風域では2℃以上の上昇、強風軸の直下では、1℃以下の気温上昇となっており、結果として最大3℃程の開きが生じている。このように、単位ごとに平均値を算出し、差分を比較検証することによって、二時期の熱・風環境の変化が視覚的に検証可能となった。

ここで、熱・風環境評価に対するランドスケープ・ユニットの有効性の検証を行う上では、以下の二点を考慮する必要がある。

(1) 単位設定の有効性

(2) 単位ごとの指標の有効性

(1) 単位設定の有効性

単位設定の有効性に関しては、①微地形（地上開度・標高）と道路による単位設定が、②建物や緑地の均質（ホモジニアス）な分布や、③メッシュ、あるいは④用途区分や町丁目等による単位設定よりも熱・風環境の説明力が高いことを示す必要がある。

まず、熱環境評価の技術的な面からも、以下の問題点が挙げられる。②建物ポリゴンや緑地ポリゴンなどの均質(ホモジニアス)なものについては、建物内は気温が **Nodata** となっており、気温の説明変数として用いることができない。そこで、建蔽率を表現しうる単位設定を行い、内部の土地被覆を占有率として表記した上で、気温は **0** データを除外した上で気温平均値（単位ごと）との比較検証を行う必要がある。

次に、③メッシュを単位とした場合を考える。まず「**5m**～数**10m** 四方のメッシュ」とした場合、建ぺい率が **100%**の場所はほぼ **NoData** であり、建ぺい率と気温との回帰式が適切に算出できない。そこで、数 **100m** で十分に建ぺい率を表現できる単位が必要となる。しかし一方で、仮に、「数 **100m** メッシュ」とした場合、微地形上において、**5**～数 **10m** ほどの解像度で風速・気温の差が明確に見られる様子がシミュレーション結果から視認される（図 4-28,29）が、平均化されてしまい、表現できない。そこで、①微地形と道路網を掛け合わせたうえで、大きさのばらつきが少ない単位で設定を行い、その中で緑被率や建ぺい率等と気温を分析する場合、微地形や土地被覆が気温・風速に与える影響の比較評価が可能となる。また、①微地形・道路による分類は、東京都心部の土地被覆との相関が高く、占有率を表現する枠組みとして適切であると考えられる。一方、④道路網を幅員 **6m** でなく、他の単位設定（たとえば、用途地域と幹線道路等）で行った場合、4-2 で述べたように、下降流（上空の冷気の導入）による地上付近の気温の低減効果が見られたが、用途地域による単位設定では、上空と地上付近の熱交換による気温への影響が平均化され、評価が困難となる。また、「幅員 **4m** 以下の道路まで含んで設定」した場合、幅員 **4m** 以下の道路は、**5m** メッシュでのシミュレーション条件の導入では反映されていない為、道路上の熱・風環境を適切に評価できない。よって、建蔽率を表現でき、かつ熱・風環境の適切な評価が可能な幅員 **6m** 以上の道路として二時期の単位を設定した。

(2) 単位ごとの指標の有効性

単位ごとの指標の有効性に関しては、次項以降で検証していく。

表 5-1.微地形と道路による単位設定の有効性の検証

	①建物や緑地の均質 (ホモジニアス)な分布	②メッシュ	③微地形×幅員6m以上の道路	④微地形×用途区分や幅員4m以下の道路
A. 建蔽率の表現	× 建物内は気温・風速がNoDataであり、気温の説明変数として用いることができない。	×	○ 幅員6mで囲まれた道路内(約敷100m)で建蔽率算出可能。	○ 用途区分や幅員4m以下の道路で建蔽率算出可能。
B. 微地形(5~10m解像度)での熱・風環境の差異の表現	—	×	○ 微地形分類と掛け合わせることで算出可能。	○ 微地形分類と掛け合わせることで算出可能。
C. 上空と地上付近の熱交換の評価	—	○	○ 評価可能。	×
D. 5m解像度への対応	—	○	○ 評価可能。	×
E. 土地被覆との相関	—	—	○ 東京都心部の土地被覆(建物・緑被)の分布との相関が高い。	○ 東京都心部の土地被覆(建物・緑被)の分布との相関が高い。
F. 政策導入のしやすさ	—	△	○ 土地所有との対応関係が高く、責任の所在がわかりやすい。	○ 土地所有との対応関係が高く、責任の所在がわかりやすい。
熱・風環境評価				
マトリクス説明力				

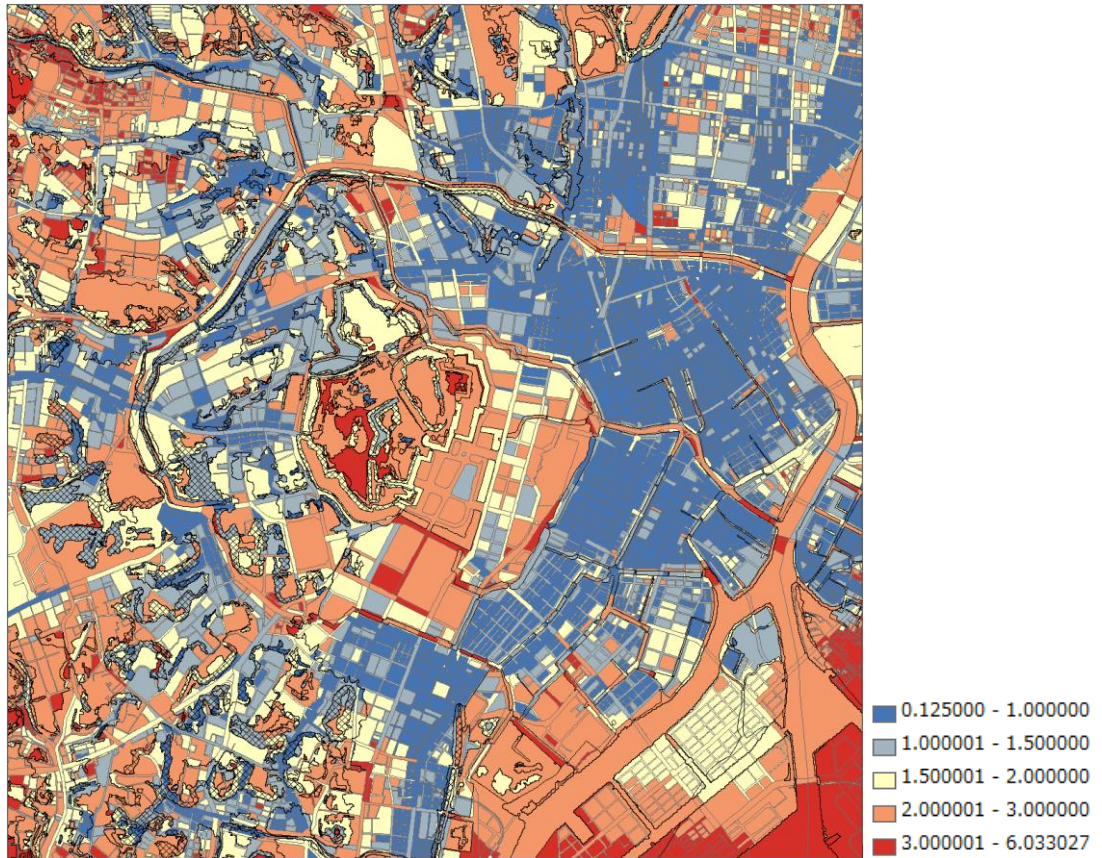


図 5-1. 明治 16 年単位別平均風速 (m/s)

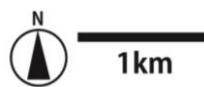
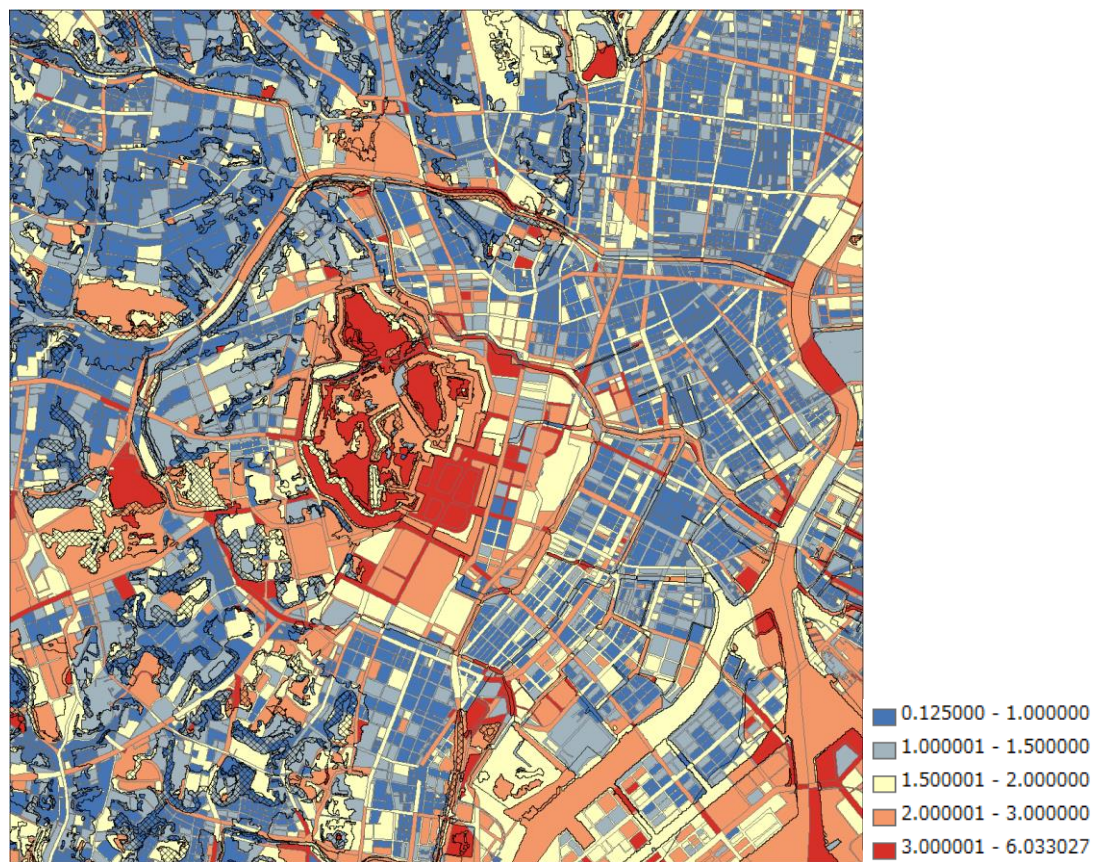


図 5-2. 平成 18 年単位別平均風速 (m/s)

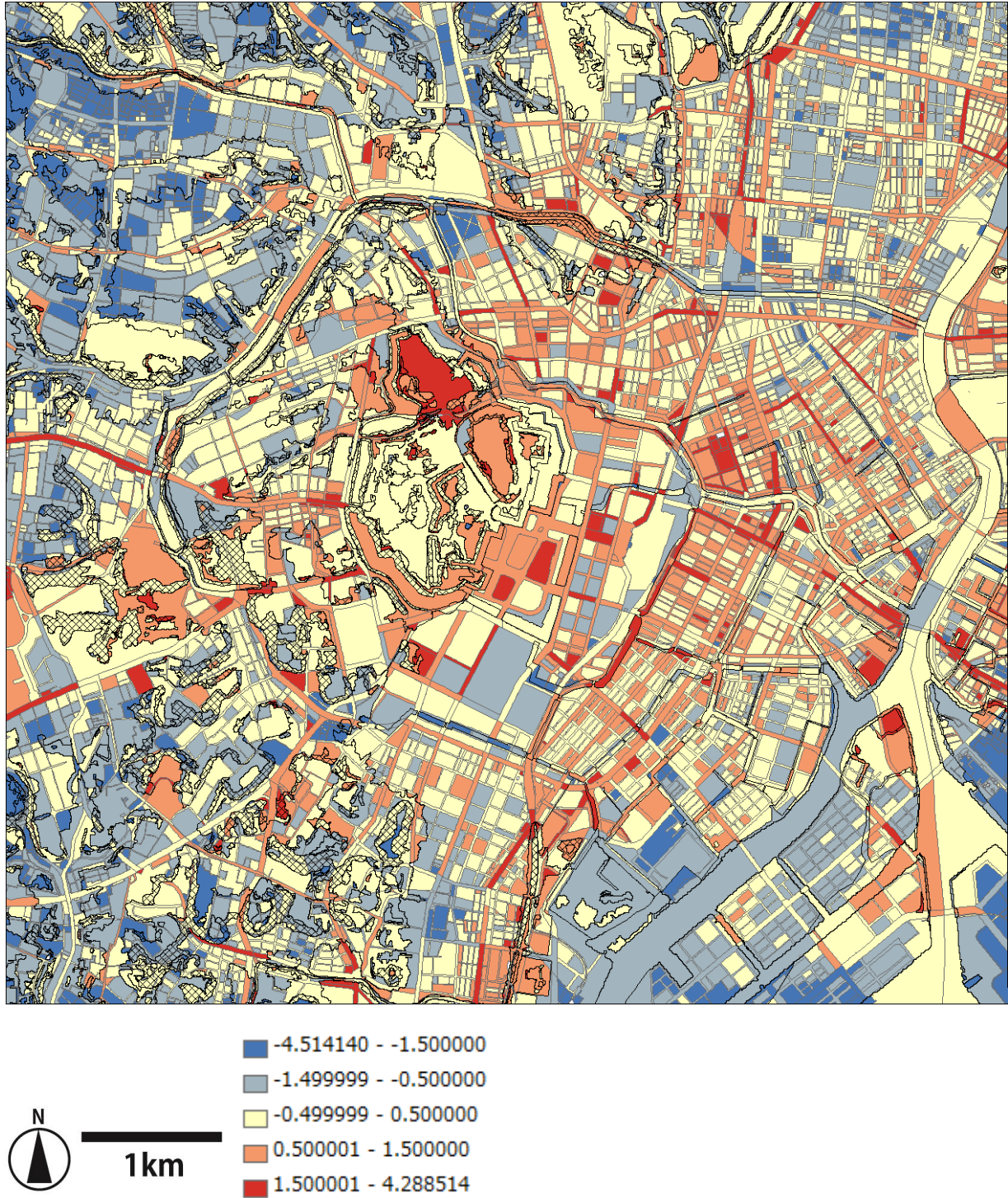


図 5-3. 地上付近 二時期風速差(m/s)

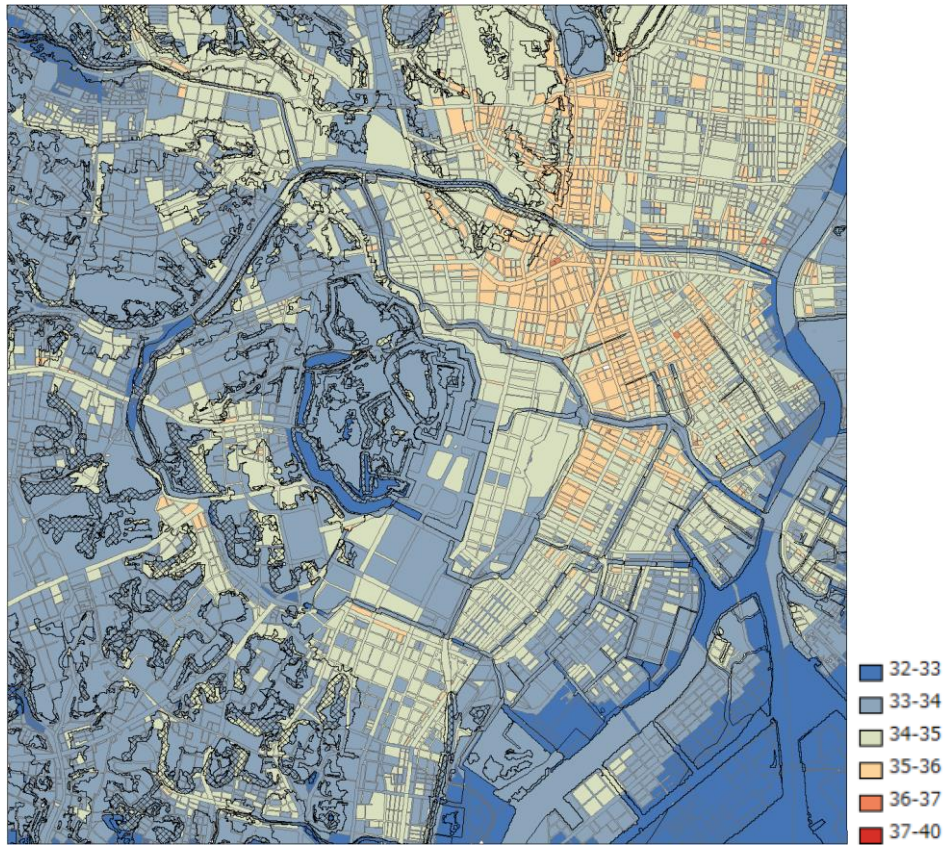


図 5-4. 明治 16 年単位別平均気温(°C)

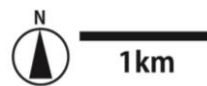
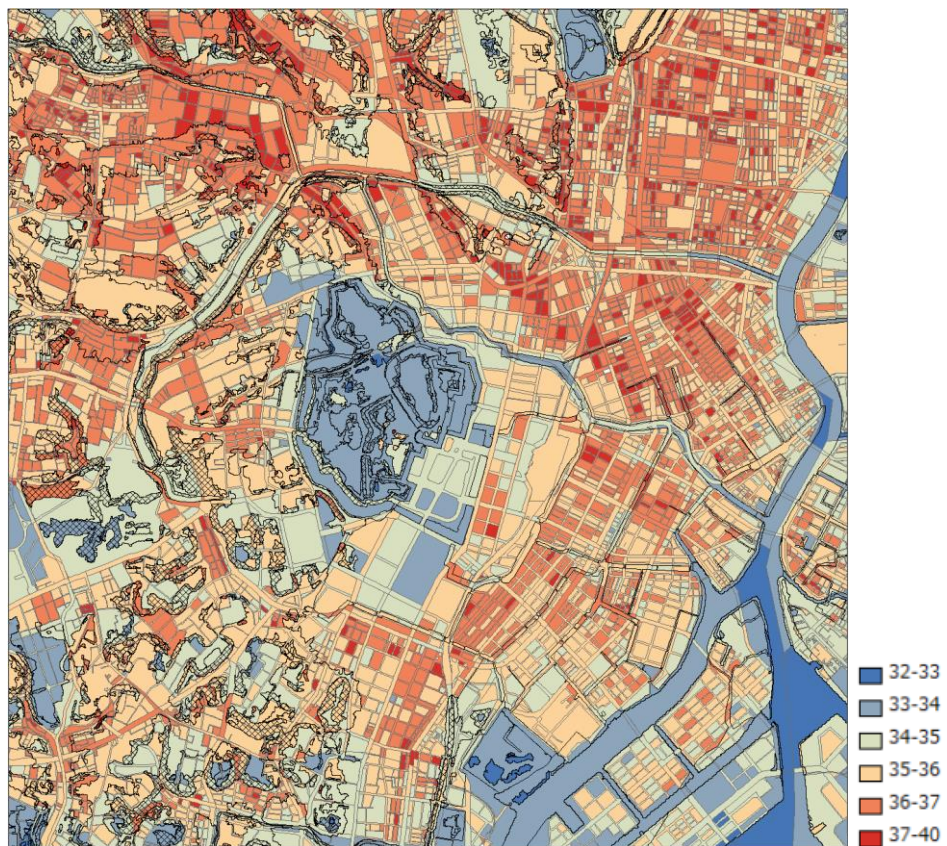


図 5-5.平成 18 年単位別平均気温(°C)

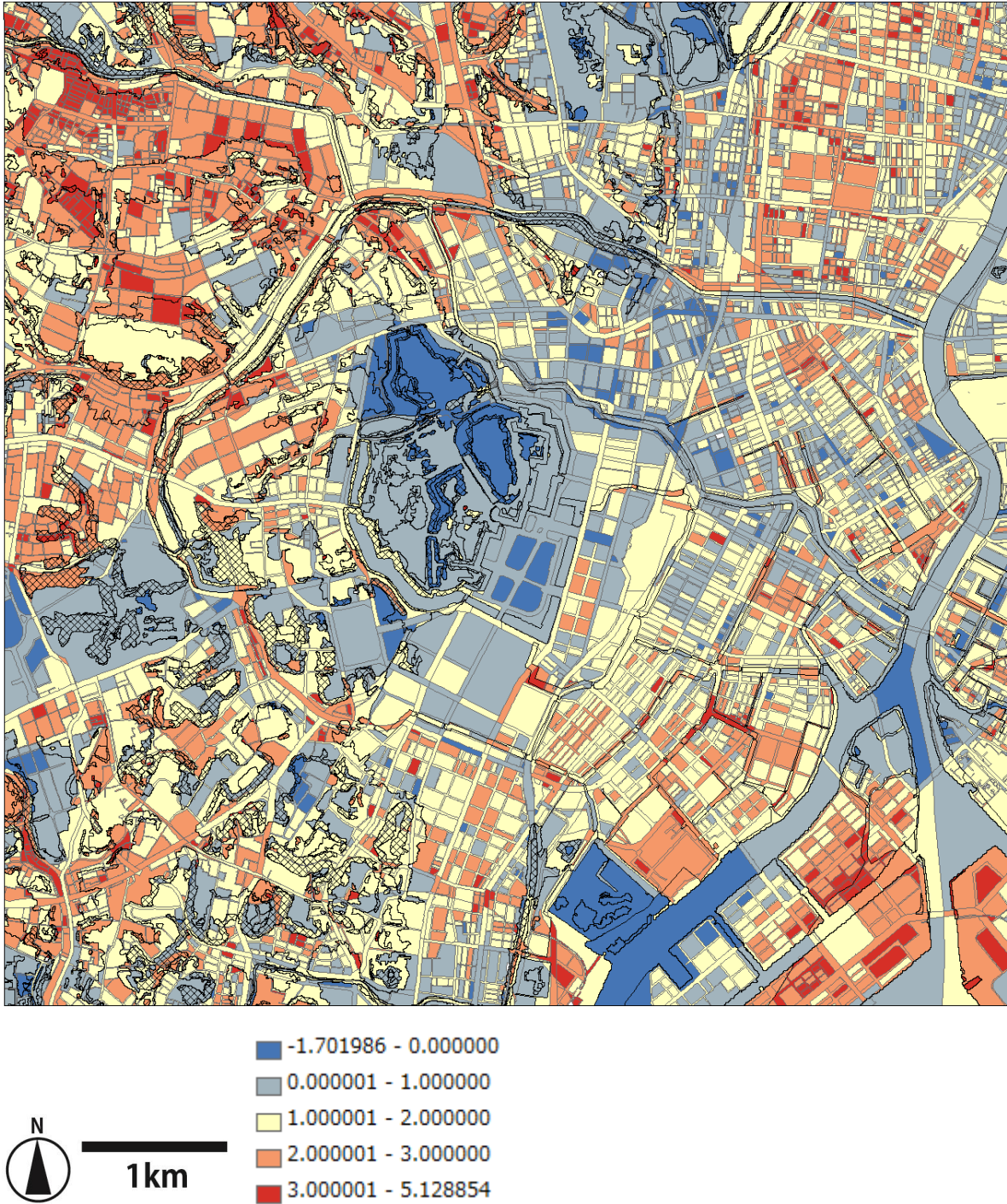


図 5-6. 地上付近 二時期気温差(°C)

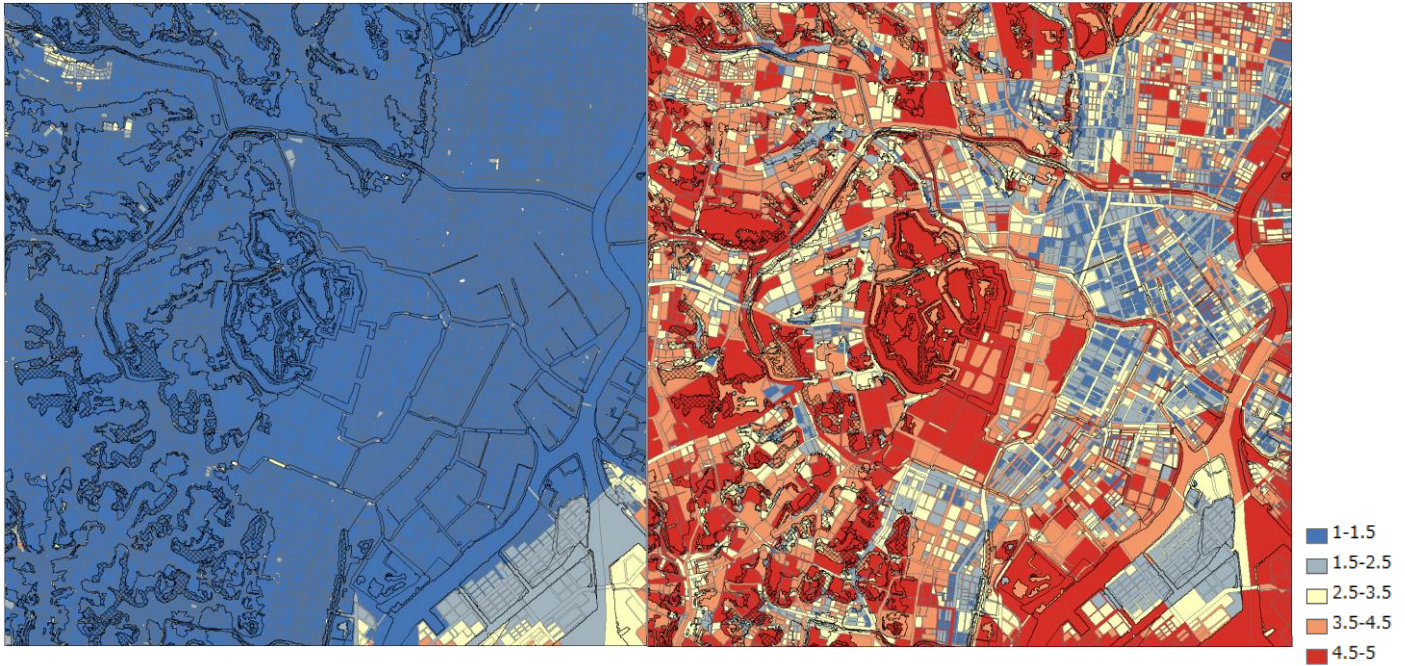


図 5-7.明治 16 年最小風速(左)・最大風速 (右) (m/s)

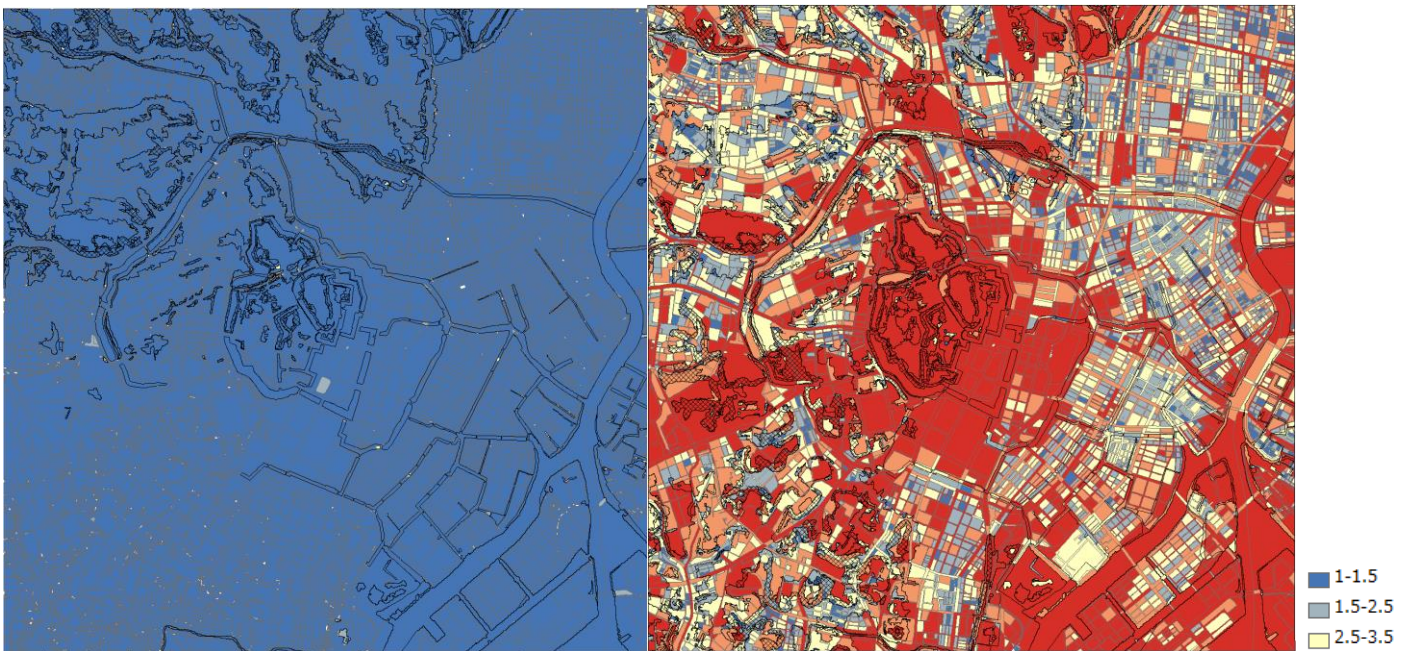
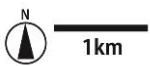


図 5-8.平成 18 年最小風速(左)・最大風速 (右) (m/s)



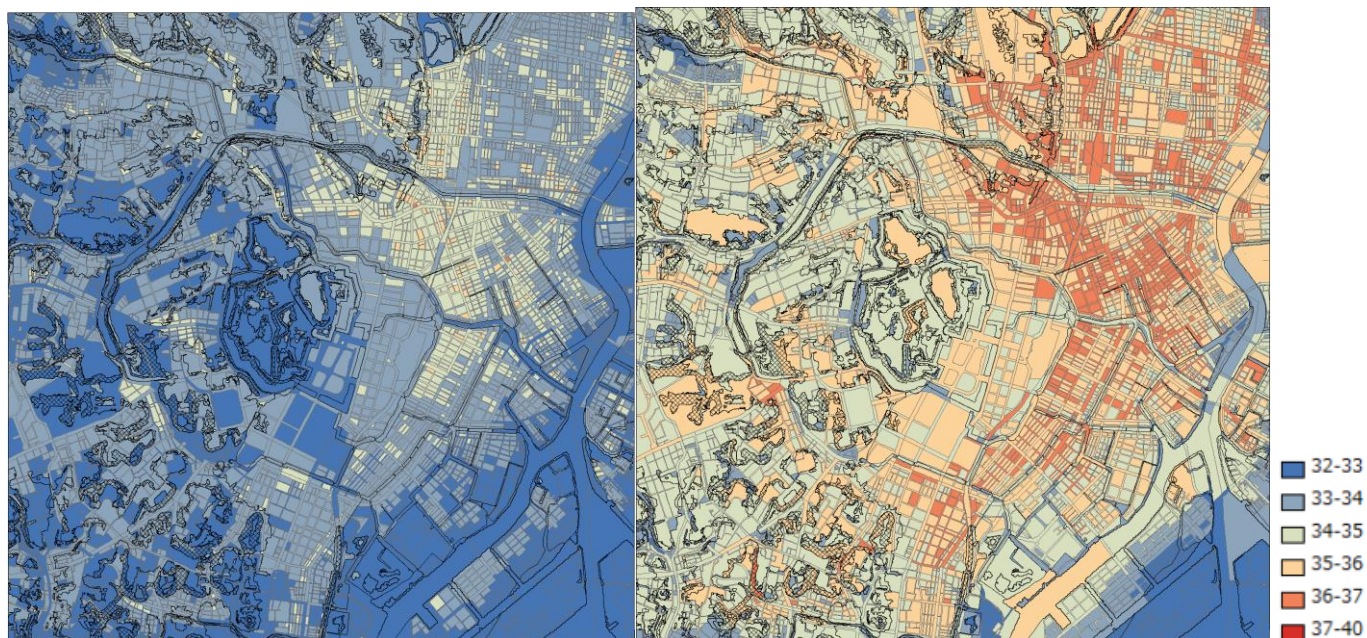


図 5-9.明治 16 年最低気温(左)・最高気温 (右) (°C)

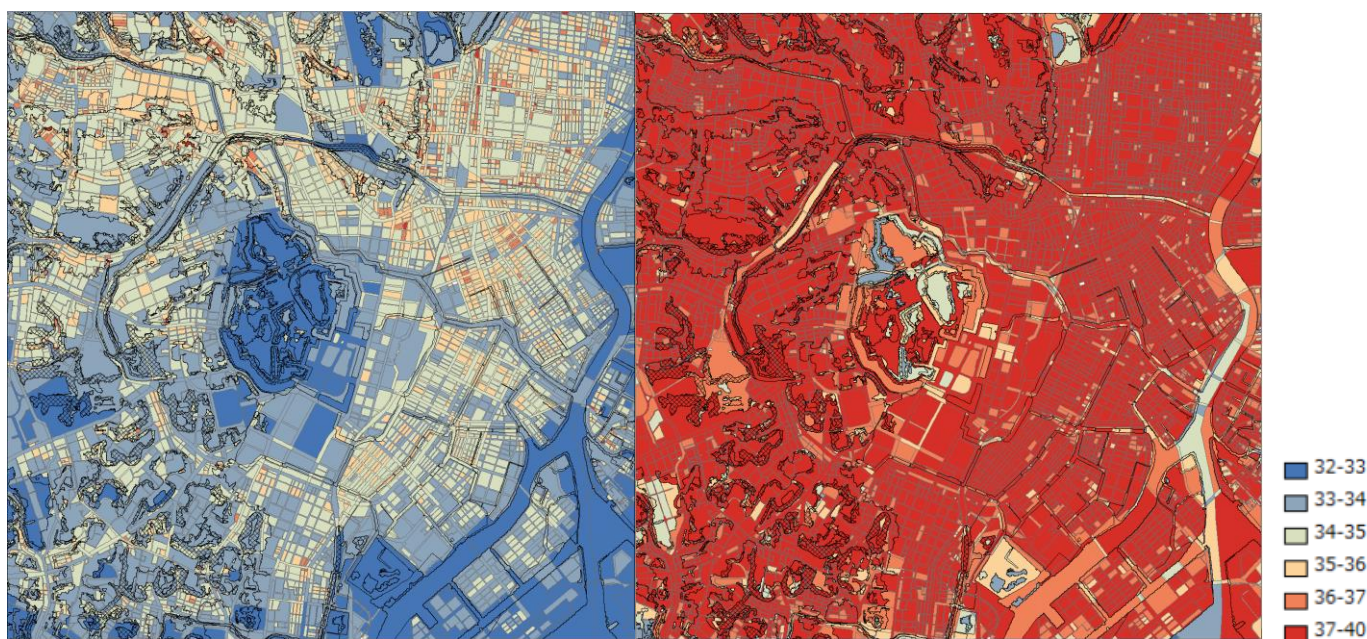


図 5-10.平成 18 年最低気温(左)・最高気温 (右) (°C)



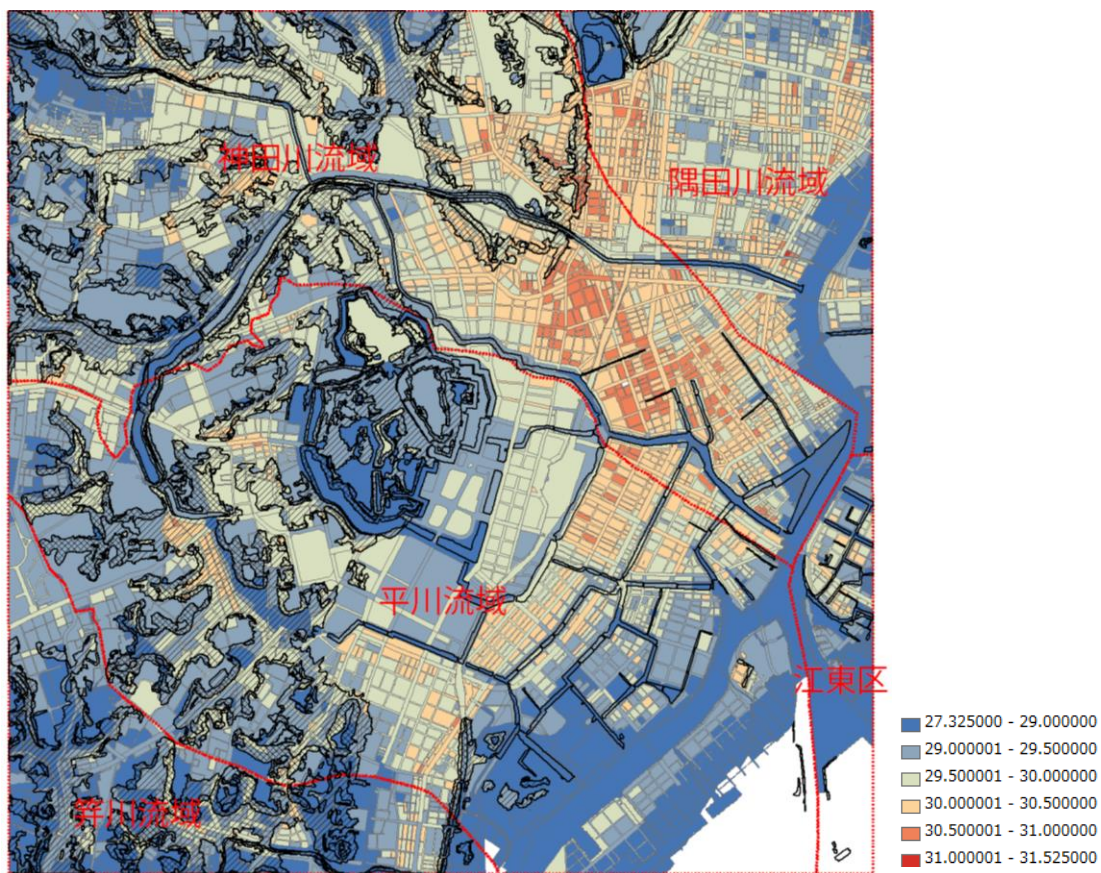


図 5-11 明治 16 年体感温度(°C)

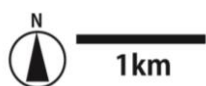
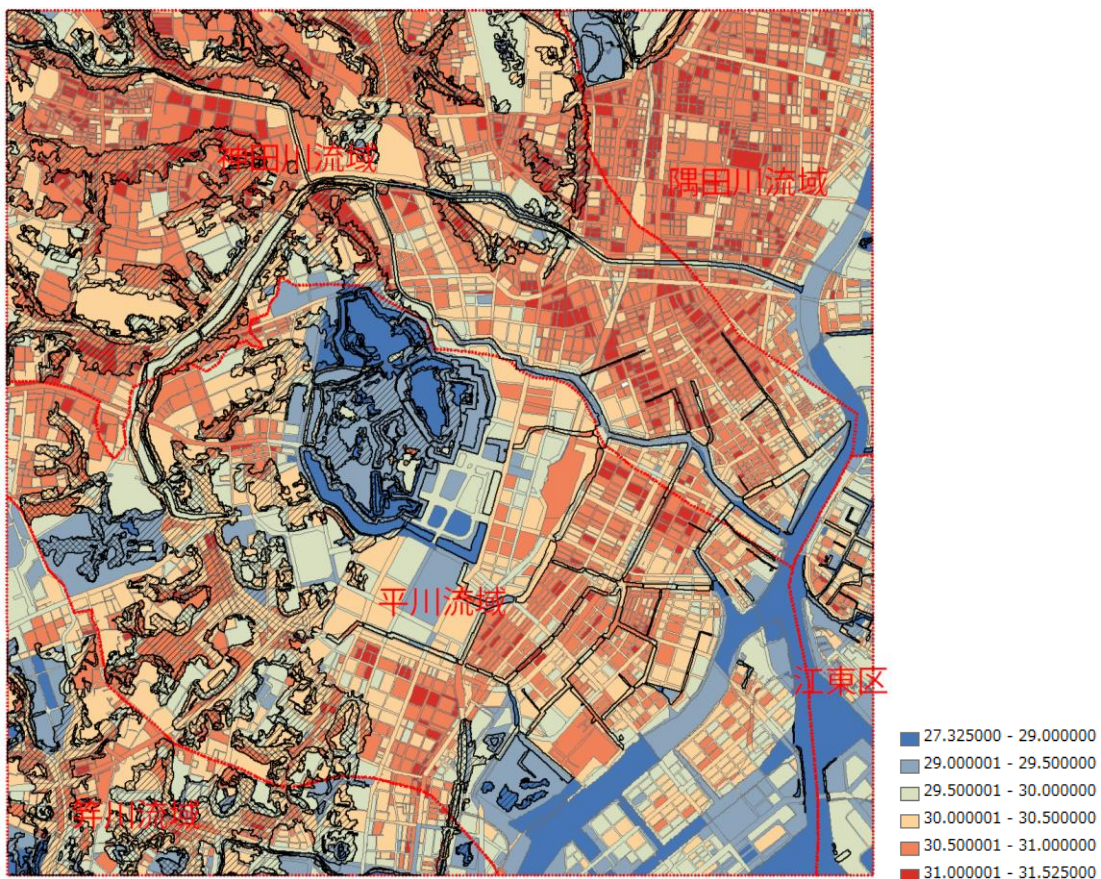


図 5-12.平成 18 年体感温度(°C)

次に、明治16年、平成18年それぞれにおいて、単位別に、相関分析と重回帰分析により、地上付近の気温・水平風速に影響を与えているランドスケープ・ユニットの指標（微地形・土地被覆指標）の分析を行った。

(1) 明治16年

まず、相関分析を行ったところ、表5-2のようになった。

これより、平均気温と建蔽率は相関が高く、平均気温と平均風速、平均風速と建蔽率は負の相関が高いことがわかる。さらに、平均気温と樹木率、水面率は負の相関があることがわかる。また、建蔽率と樹木率、水面率、微地形の入り組み度には負の相関がみられる。

次に、平均気温、平均風速を被説明変数として、重回帰分析を行った（表4-3,4-4）。多重共線性を排するため、SPSSにおいてステップワイズ法を用いて分析した。

結果、平均風速は土地被覆指標（建蔽率、樹木率、水面率）、微地形指標（傾斜向き・入り組み度・標高）が1%水準で有意であり、重決定係数は0.47であった。一方、平均気温は、平均風速・土地被覆指標（建ぺい率・樹木率・水面率）・微地形指標（標高）が1%水準において有意であり、重決定係数は0.55であった。

しかし、平均気温を説明する変数間の相関を見ると、平均風速と建蔽率、傾斜向き、入り組み度は相関が高い。よって、多重共線性を排除するため、平均風速を指標から除外し、再度平均気温の重回帰分析を行った（表5-5）。結果、土地被覆指標（建蔽率・樹木率・水面率）、微地形指標（入組度・傾斜向き・平均標高）が1%水準で有意となった。この結果、これは、標高と谷の微地形の開き具合、また建物や緑地の分布に応じて、水平方向の風速が規定されており、風速と建蔽率・樹木率・水面率や標高が合わさって、平均気温を規定していると考えられる。よって、微地形に応じて生み出された上部の微細な土地被覆と合わせて、地表面の気温・風速が規定されていることを示している。結果、微地形分類と土地被覆分類によるランドスケープ・ユニットは、地表面気温を説明する有効な指標であることが明らかとなった。

表 5-2.明治16年気温・風速とマトリクス指標の相関

	平均気温	平均風速	建ぺい率	樹木率	水面率	平均標高	入組度	傾斜向き
平均気温	1.00							
平均風速	-0.68	1.00						
建ぺい率	0.62	-0.68	1.00					
樹木率	-0.19	0.18	-0.26	1.00				
水面率	-0.43	0.30	-0.36	-0.11	1.00			
平均標高	-0.16	0.18	-0.28	0.27	-0.24	1.00		
入組度	-0.07	0.05	-0.24	0.29	-0.11	0.29	1.00	
傾斜向き	0.05	-0.08	0.03	-0.04	0.02	-0.08	-0.17	1.00

表 5-3.明治 16 年平均風速の重回帰分析結果

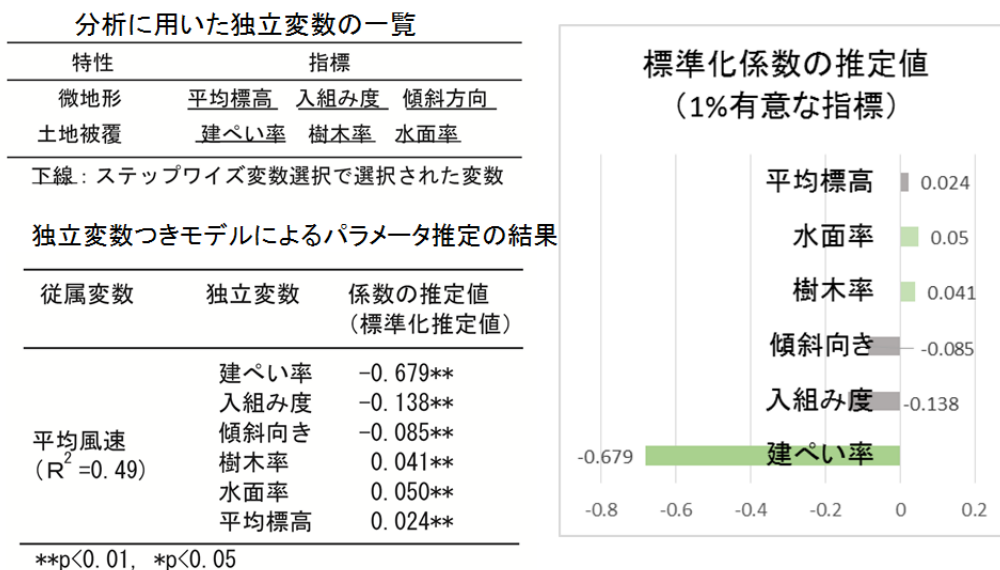


表 5-4.明治 16 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速あり)

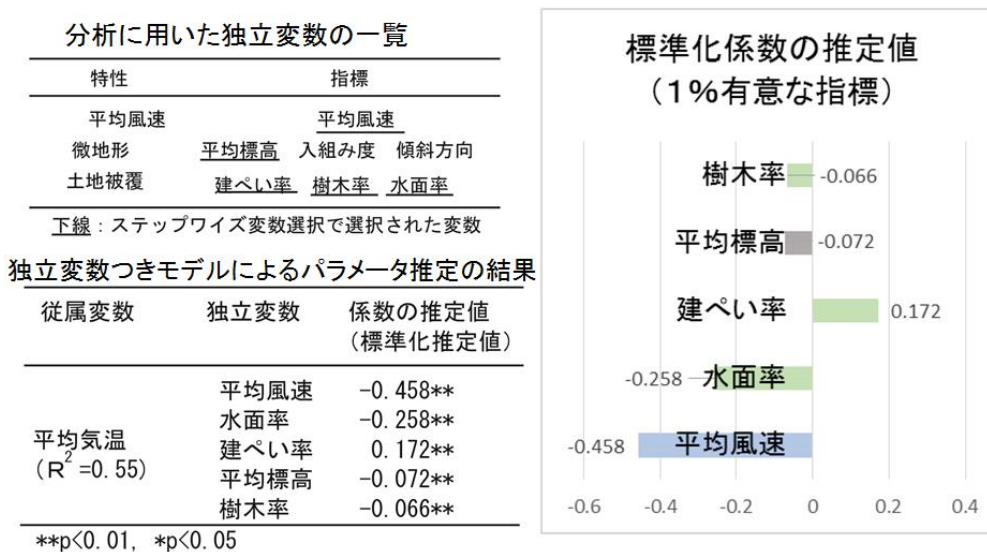


表 5-5.明治 16 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速なし)

分析に用いた独立変数の一覧			独立変数つきモデルによるパラメータ推定の結果		
特性	指標		従属変数	独立変数	係数の推定値 (標準化推定値)
微地形	平均標高	入組み度 傾斜方向	平均気温 ($R^2=0.47$)	建ぺい率	0.484**
土地被覆	建ぺい率	樹木率 水面率		入組み度	0.069**
下線：ステップワイズ変数選択で選択された変数				傾斜方向	0.043**
				平均標高	-0.083**
				樹林地率	-0.086**
				水面率	-0.280**

**p<0.01, *p<0.05

(2) 平成 18 年

同様に、平成 18 年においても、相関分析と重回帰分析により、地上付近の平均気温・水平風速に影響を与えている指標の抽出を行った。まず、相関分析を行ったところ、表 5-7 のようになった。これより、平均気温と建蔽率は相関が高く、平均気温と平均風速、平均風速と建蔽率は負の相関が高く、平均気温と樹木率、水面率は負の相関がある。また、建蔽率と樹木率、水面率、微地形の入組度には負の相関がみられる。また、低層・中層・高層密度も建蔽率との相関が高いため、気温との正の相関がみられる。

次に、平均気温、平均風速を被説明変数として、重回帰分析を行った（表 5-8）。尚、分析に関しては、多重共線性を排するために、説明変数間での相関が高いものについて、重回帰分析結果を見比べながら、より説明力の高い変数の選択しながら繰り返し重回帰分析を行った。平均風速には、土地被覆指標（建蔽率、超高層密度、樹木率、水面率、草地率）、微地形指標（入組み度、傾斜向き、平均標高）が 1%水準（建蔽率のみ 5%水準）で有意であった。しかし、建蔽率と低層密度、中層密度は相関が高い為、除いた上で再度重回帰分析を行ったところ、建蔽率と入り組み度による影響が高いことがわかった。平均気温については、平均風速による説明力が高かったが、平均風速をよりよく説明する変数として、建蔽率を選択した。結果、平均気温には、微地形分類：入り組み度・標高・傾斜向き（崖線・谷地のみ）と土地被覆分類：建ぺい率・樹木率・水面率・草地率・高層率・超高層率が有意であった。重決定係数は 0.34 であった。

これより、微地形分類と高層・超高層占有率、建蔽率、樹木率、草地率によるランドスケープ・ユニットは、地表面気温を説明する有効な指標を選択していることが明らかとなった。

表 5-6.平成 18 年気温・風速とマトリクス指標の相関

	平均気温	平均風速	建ぺい率	低層密度	中層密度	高層密度	超高層密度	樹木率	水面率	草地率	平均標高	入組度	傾斜向き
平均気温	1.00												
平均風速	-0.61	1.00											
建ぺい率	0.39	-0.52	1.00										
低層密度	0.26	-0.37	0.45	1.00									
中層密度	0.29	-0.36	0.62	0.04	1.00								
高層密度	0.12	-0.16	0.54	-0.20	0.01	1.00							
超高層密度	-0.08	0.12	0.07	-0.09	-0.09	-0.04	1.00						
樹木率	-0.40	0.20	-0.28	-0.11	-0.18	-0.15	-0.03	1.00					
水面率	-0.31	0.20	-0.25	-0.14	-0.15	-0.11	-0.03	-0.01	1.00				
草地率	-0.18	0.13	-0.19	-0.08	-0.12	-0.10	-0.02	0.07	-0.03	1.00			
平均標高	-0.04	-0.04	-0.12	0.11	-0.09	-0.18	-0.03	0.20	-0.16	0.04	1.00		
入組度	-0.01	-0.06	-0.09	0.05	-0.06	-0.13	-0.01	0.17	-0.07	0.04	0.29	1.00	
傾斜向き	0.07	-0.04	0.07	0.03	0.03	0.05	0.01	-0.07	0.02	0.00	-0.08	-0.17	1.00

表 5-7 平成 18 年地表面平均風速の重回帰分析結果

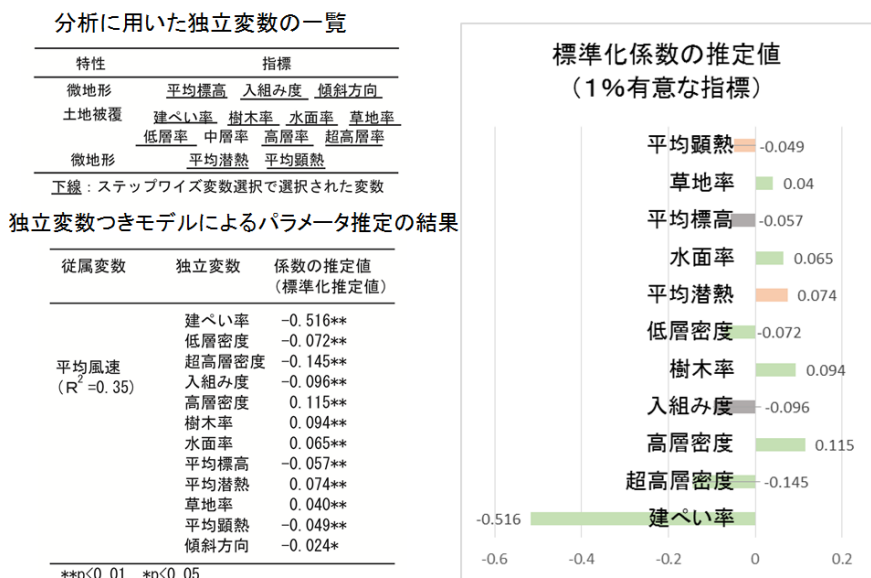


表 5-8 平成 18 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速あり)

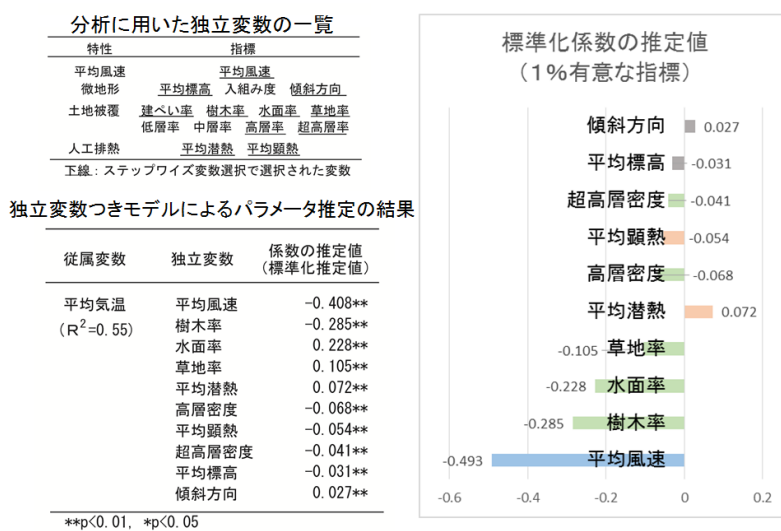
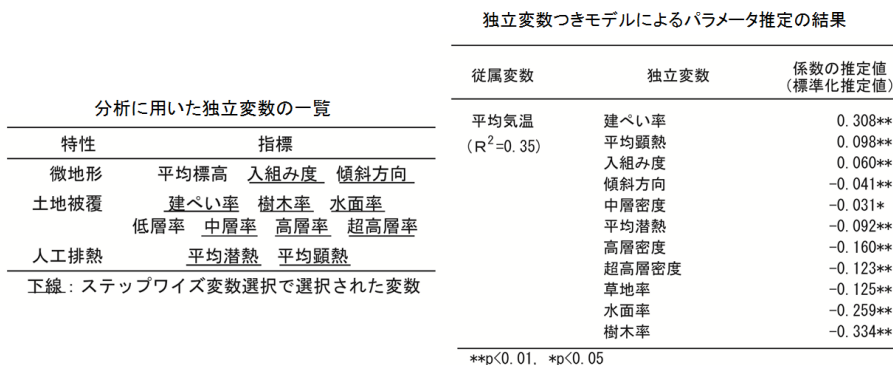


表 5-9 平成 18 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速なし)



(3)ランドスケープ・ユニット別地上付近の風速・気温

以上より、微地形分類と土地被覆分類を合わせたランドスケープ・ユニットは、風速・気温を一定程度有効に説明していると考えられる。そこで、ユニットごとの平均・最高・最低気温と平均・最大・最小風速を算出し、大まかな特質を把握した。

まず、明治期のユニットと地表面気温・風との対応関係をオーバーレイ分析した結果を詳細に分析する(図 5-13,14)。まず、全体としては、平均気温が 33.8℃、平均風速が 1.5m/s であり、土地被覆が中密、低密、樹林地、水ありの順で低温となった。微地形ごとに見ると、台地上では、上記の水平の風が流入する台地-低密型(台地の突端に位置する大名屋敷であった箇所によく分布)で、最大風速が 4m/s 以上と最も高く、気温も 33.5℃と低い。低地で卓越する低地-中密型(町人地等)では、平均気温が 34.5℃と最も高温となっており、0.9m/s と弱風であった。低地-低密-水型(早稲田での広大な水田)では、気温は 33.5℃前後であり、顕著な気温低減効果が見られる。次に開度 84.5° 未満の崖線では、風が滞り、平均風速が 1.58m/s と最も低いが、平均気温が 33℃前後の低密-樹木型(斜面緑地)が卓越するため、崖線全体では 33.9℃であった。同様に水路網上の、低密-水型(外堀・内堀等・水路網)でも、33.6℃と水面による気温低減効果が見られ、風速は 1.8m/s と心地よい環境であった。また、谷地で卓越する中密型(町人地・武家地)は、34.1℃となるが、中密-水型(池・武家地における庭園内の池や、支谷内の低地の水田等の微細な水面を含むタイプ)では、局所的に 33.7℃となり、周辺部よりも気温が低い。開度の低い谷地では、風が滞り、相対的に地表面の熱的パラメータの影響が顕著となると考えられる。これらより、明治初期では、谷の微地形の開き具合に応じて、水平方向の海風が流入し、微地形に応じて生み出された上部の微細な土地被覆と合わせて、地表面の気温・風速が規定されていたことが明らかとなった。このように、地上開度による微地形分類と土地被覆分類を合わせたマトリクス・ユニットは熱・風環境との対応関係が見られた。

一方、平成期のユニットと地表面 2.5m の気温・水平風速の対応関係を見ると(図 5-15,16)、全体としては、平均気温が 35.4℃と明治期よりも 1.6℃高い。土地被覆別では、低層・中層型または高層型が、低密型または超高層型よりも、全般的に平均気温が高く、水平風速が低い。また超高層型では、最大・最小風速の差が大きい樹林地・草地を有する場合約 0.7~0.8℃、水面がある場合、同一微地形・建築の条件化で平均気温が約 1.3℃低く算出された。微地形別では低地や谷地の高層型(商業地)や、台地の低層・中層型(住宅地)では、平均気温が 36℃前後と高温で、風速も 1m/s 前後と低いが、上述の強風軸の直下では、約 34℃となる。一方、現代でも緑地として残されている水路網-水面型や、崖線-樹林地・草地型では、気温が 34℃前後と周辺部よりも低く、かつ平均風速が 2m/s 前後であり、斜面緑地や水路網として残されたユニットが高密な市街地の中で快適な熱環境を保っていた。超高層型では、平均気温が低く、平均風速が大きいものの、最大風速が 4m/s 以上となり、分散風速が大きい。このように、現代では微地形と建物の密度・高さが合わさった相対的な配置によって、三次元的な風が生み出され、地表面での土地被覆と合わさり気温を規定していた。

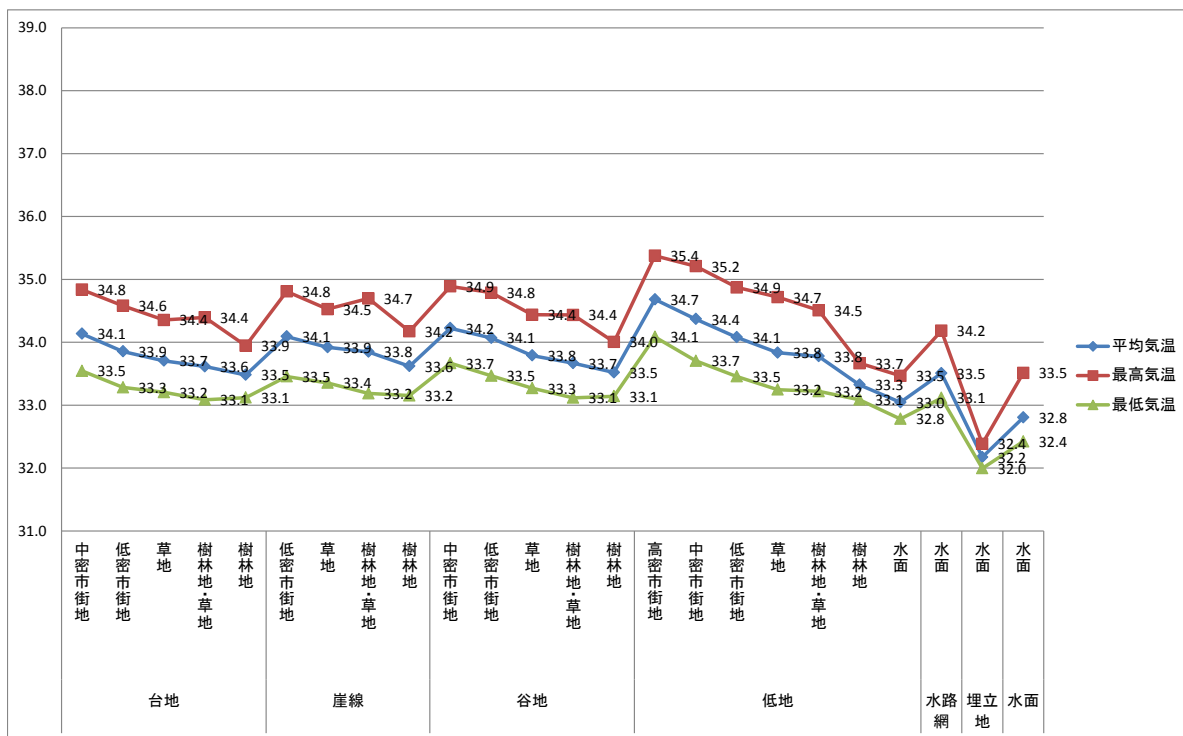


図 5-13.明治 16 年ランドスケープ・ユニット別平均気温

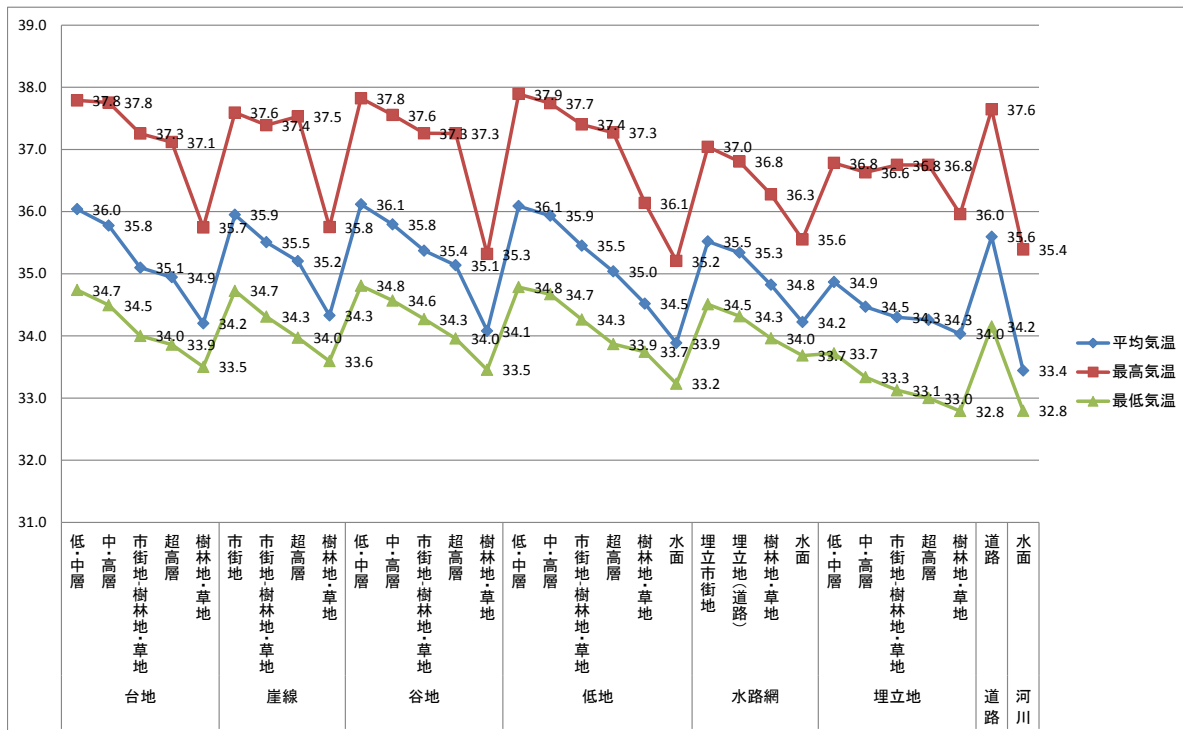


図 5-14.平成 18 年ランドスケープ・ユニット別平均気温

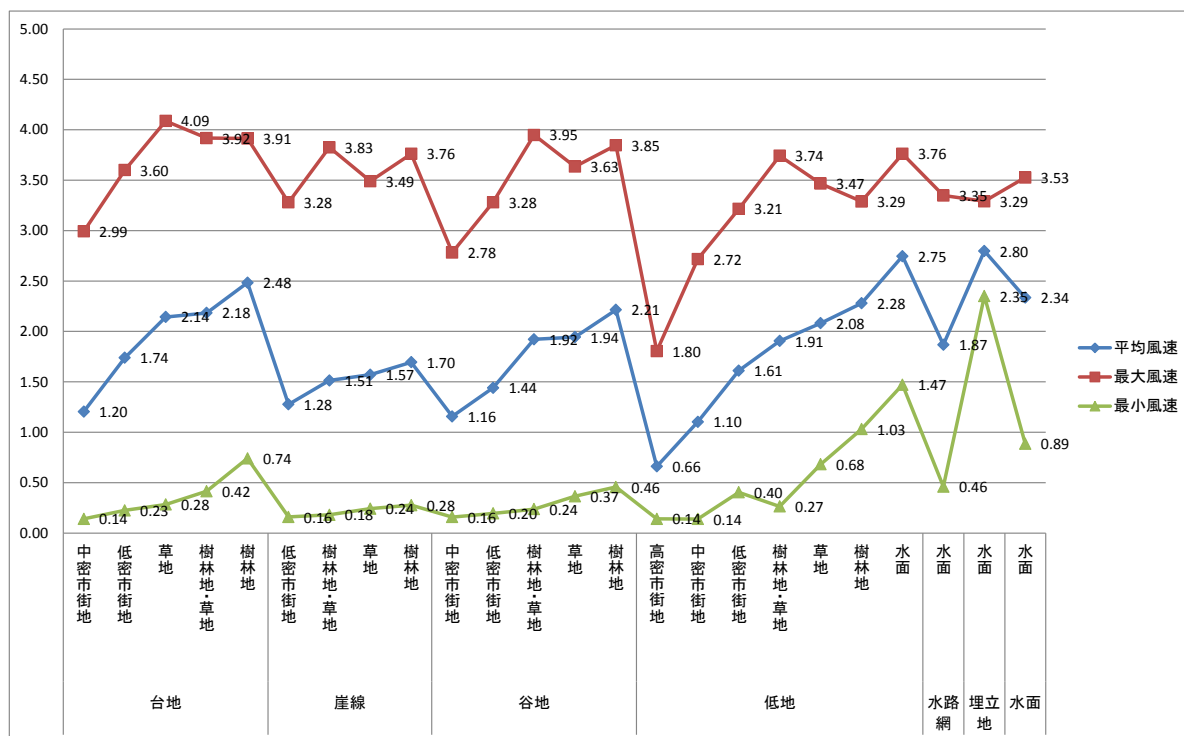


図 5-15 明治 16 年ランドスケープ・ユニット別平均風速

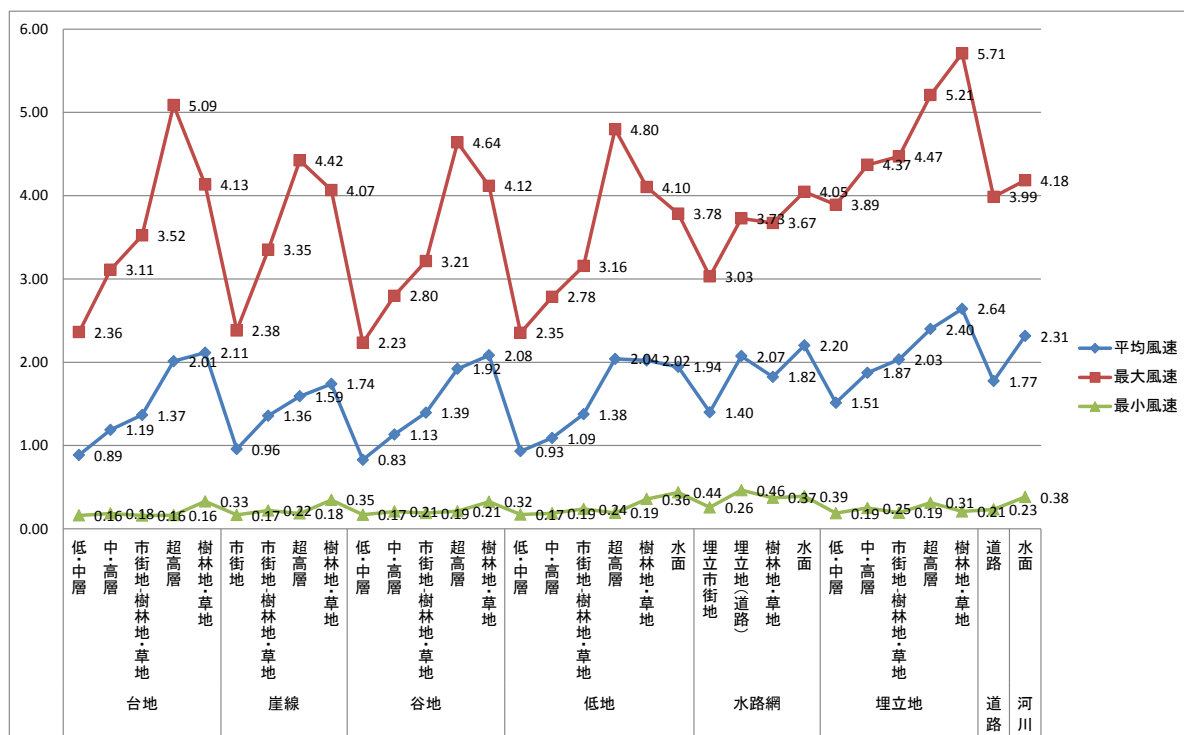


図 5-16. 平成 18 年ランドスケープ・ユニット別平均風速

(4) 二時期の地上付近の気温変化をもたらした他要因の分析

次に、二時期の地上付近の気温に影響を与えている他の要因（土地被覆・微地形指標以外の要因）の検証を行う。まず、微地形指標と土地被覆指標により得られた回帰式を基に、二時期の理想気温を算出した（図 5-17, 19）。

■明治 16 年

明治 16 年については、地表面気温を説明する変数として有意であった、建蔽率・樹木率・水面率・平均標高・入組度・傾斜方向を基に、重回帰分析を行い、理想気温を算出した。解析気温との差分を算出したところ、上空の風の流れが水平方向に流入する台地上では気温が低く、海風の取り込み効果が算出された。一方風上側が水面である箇所は 2℃以上と低く、中密市街地である箇所は 1℃以上高温であり、隣接ユニットからの流入効果であると考えられる。

$$\begin{aligned} (\text{明治 16 年理想気温}) = & 33.7 + 0.016 \times (\text{建蔽率}) + (-0.0035) \times (\text{樹木率}) \\ & + (-0.0064) \times (\text{水面率}) + (0.067) \times (\text{入組度}) \\ & + (0.071) \times (\text{傾斜向き}) + (-0.0064) \times (\text{平均標高}) \end{aligned}$$

■平成 18 年

平成 18 年については、地表面気温を説明する変数として有意であった、建蔽率・樹木率・水面率・草地率・高層密度・超高層密度・入組度・傾斜方向を基に、重回帰分析を行い、理想気温を算出した。解析気温との差分を算出したところ、強風軸の直下では気温が低く、弱風域では熱気の流入が強く、海風の取り込み効果が算出された。

$$\begin{aligned} (\text{平成 18 年理想気温}) = & 35.4 + 0.0078 \times (\text{建蔽率}) + (-0.018) \times (\text{樹木率}) \\ & + (-0.015) \times (\text{水面率}) + (-0.012) \times (\text{草地率}) \\ & + (-0.017) \times (\text{超高層密度}) + (-0.0055) \times (\text{高層密度}) \\ & + (0.055) \times (\text{入組度}) + (0.094) \times (\text{平均標高}) \end{aligned}$$

これを、シミュレーション結果の平均気温との差分を取り、可視化することにより、他要因の仮説を構築した（図 5-18, 20）。結果、明治 16 年・平成 18 年共に、水面や樹林地を有するユニットに隣接している箇所では顕著に気温低減効果が見られ、また平成 18 年では、高度 42.5m で下降流が生じていた箇所において、気温が低下している様子が見てとれる。これらより、ユニット外部からの移流効果による気温変化であると推測され、②水平方向の風による隣接ユニットからの熱量の流入と、③鉛直方向の風による上空の冷気の取り込み効果が要因であると考えられる（図 5-20）。よって、②、③それぞれの指標を設定し、重回帰分析により、有意であるか検証を行う。

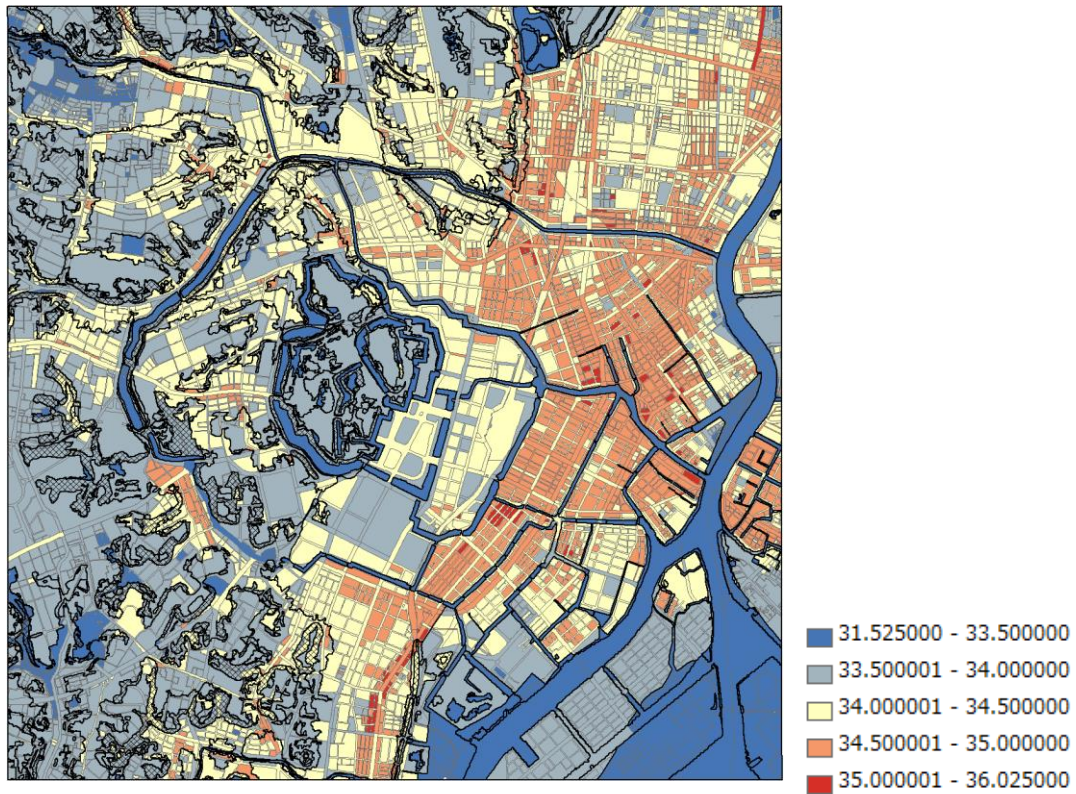


図 5-17.明治 16 年微地形・土地被覆の回帰係数を用いた理想気温 (°C)

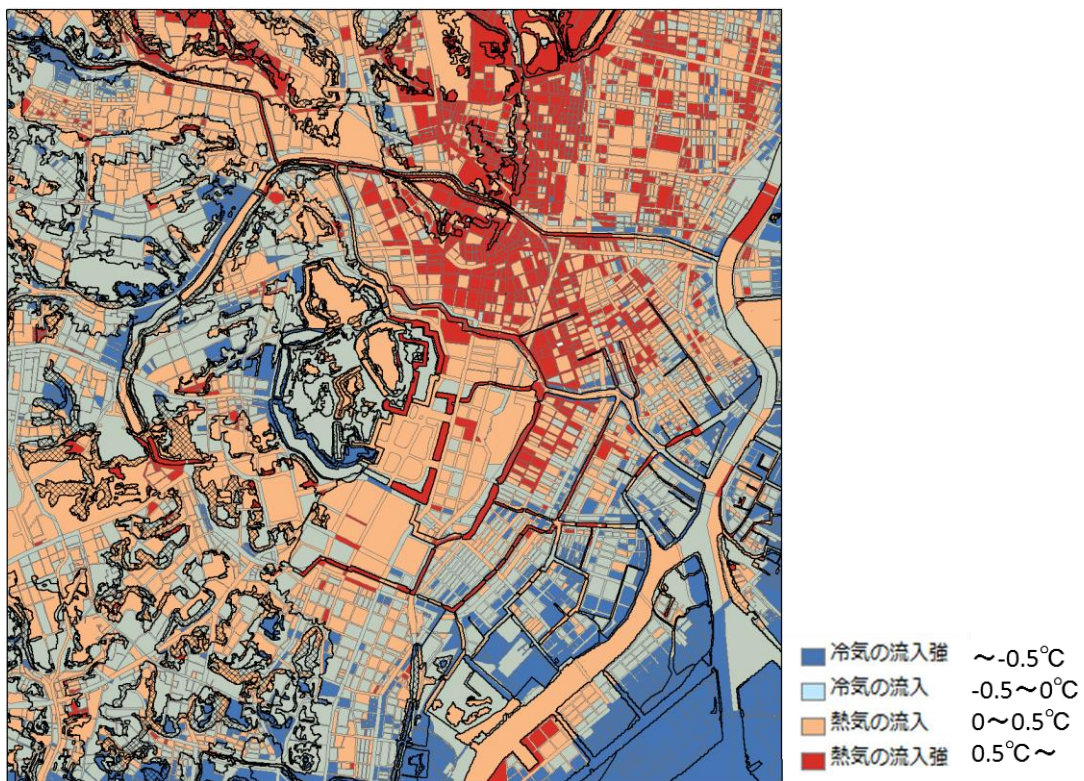


図 5-18.明治 16 年解析気温—理想気温 (°C)

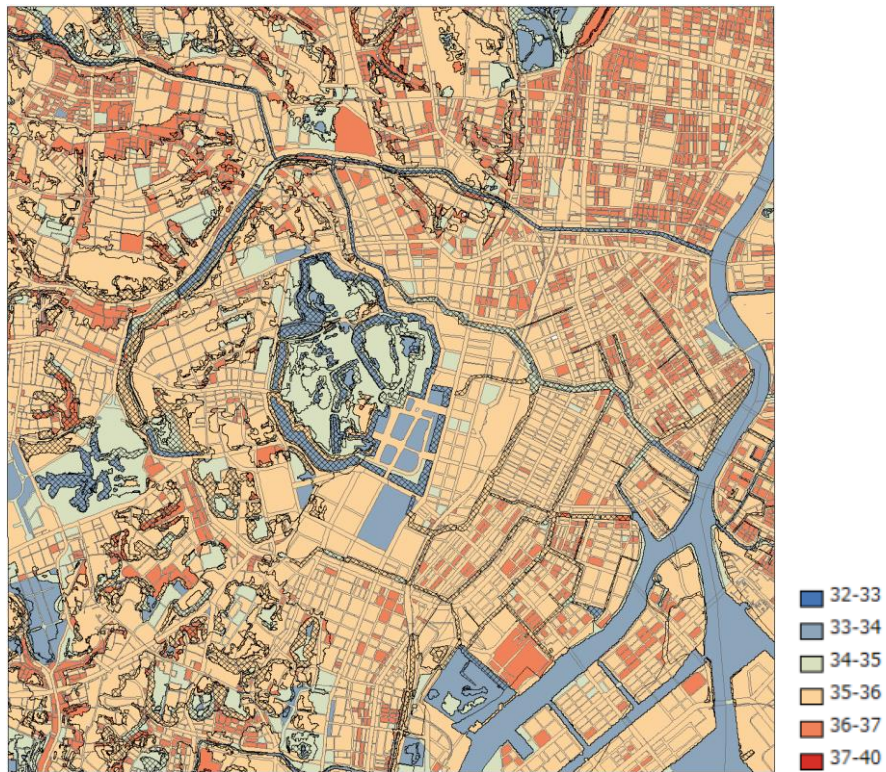


図 5-19. 平成 18 年微地形・土地被覆の回帰係数を用いた理想気温 (°C)

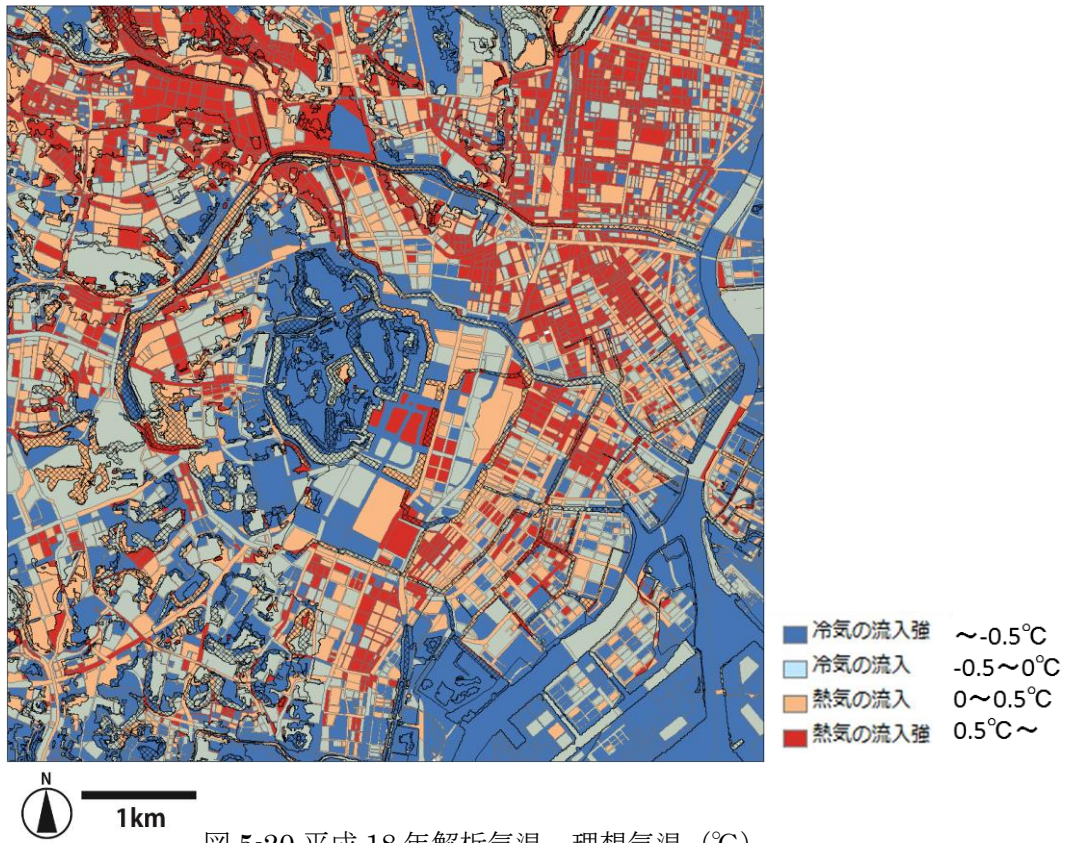


図 5-20.平成 18 年解析気温—理想気温 (°C)

5-1-2. 隣接ユニット

まず、隣接ユニットからの熱気・冷気の取り込み効果の検証を行った。隣接ユニットから移流効果の指標に関しては、次のように設定した。

まず、ユニットごとの明治16年・平成18年それぞれの平均風速 (m/s) ×60 (s) により、一分間で熱量が移動すると考えられる距離(m)を各ユニットにバッファとして与え、重心の位置から判断した (x座標が-, y座標が+) 上で、風下側のユニットに、

(風上側ユニット全バッファの土地被覆別面積占有率の平均値) を指標として与えた。

■明治16年では、水面隣接・建物隣接が5%水準で有意であり、樹林地は有意でない。重決定係数0.74であった。

■平成18年高層は水面・樹木・高層隣接が有意。高層は自身のユニット内部では気温低下、風下側ユニットには気温上昇の影響をもたらすことがわかった。

樹林地が明治16年では有意でなく、平成18年が有意であった理由としては、明治16年では周辺環境が裸地(草地)であり、樹木と熱的パラメータにおいて差があまり生じなかった一方、平成18年では、周辺環境がアスファルトやコンクリートであり、樹木・草地を有するユニットは、周辺部との気温差が大きい為、流入効果が大きくなるためであると考えられる。

表 5-10. 明治16年変数間の相関係数

	平均気温	建ぺい率	樹木率	水面率	平均標高	入組度	傾斜向き	水面隣接	中密隣接	平均風速
平均気温	1.00									
建ぺい率	0.61	1.00								
樹木率	-0.18	-0.26	1.00							
水面率	-0.42	-0.36	-0.11	1.00						
平均標高	-0.17	-0.28	0.27	-0.24	1.00					
入組度	-0.08	-0.24	0.29	-0.11	0.29	1.00				
傾斜向き	0.06	0.03	-0.04	0.02	-0.08	-0.17	1.00			
水面隣接	0.60	0.24	0.01	-0.39	0.20	0.07	0.02	1.00		
中密隣接	0.71	0.49	-0.18	-0.14	-0.30	-0.18	0.01	0.36	1.00	
平均風速	-0.69	-0.67	0.19	0.30	0.19	0.08	-0.09	-0.29	-0.44	1.00

表 5-11. 平成18年変数間の相関係数

	平均気温	高層密度	超高層密度	樹木率	水面率	草地率	建ぺい率	標高	入組度	傾斜向き	水面隣接	樹木隣接	超高層隣接	高層隣接	下向き	下向き強	上向き強	上向き
平均気温	1																	
高層密度	0.11	1.00																
超高層密度	-0.07	-0.04	1.00															
樹木率	-0.40	-0.15	-0.03	1.00														
水面率	-0.31	-0.11	-0.03	-0.01	1.00													
草地率	-0.17	-0.10	-0.02	0.07	-0.03	1.00												
建ぺい率	0.38	0.54	0.07	-0.28	-0.25	-0.19	1.00											
標高	-0.04	-0.18	-0.03	0.20	-0.16	0.04	-0.12	1.00										
入組度	-0.02	-0.13	-0.01	0.17	-0.07	0.04	-0.09	0.29	1.00									
傾斜向き	0.07	0.05	0.01	-0.07	0.02	0.00	0.07	-0.08	-0.17	1.00								
水面隣接	-0.30	-0.07	0.01	0.08	0.32	0.04	-0.23	-0.27	-0.06	-0.01	1.00							
樹木隣接	-0.26	-0.18	-0.02	0.26	0.09	0.12	-0.29	0.23	0.17	-0.09	0.23	1.00						
超高層隣接	-0.10	0.01	0.13	-0.04	0.04	-0.01	-0.14	-0.07	0.03	-0.01	0.10	0.04	1.00					
高層隣接	0.23	0.24	0.03	-0.19	-0.04	-0.09	0.16	-0.28	-0.17	0.04	0.00	-0.15	0.12	1.00				
下向き	0.00	-0.18	-0.06	0.03	0.06	0.06	-0.04	-0.09	-0.01	0.05	-0.01	-0.02	-0.09	-0.02	1.00			
下向き強	-0.15	-0.05	0.12	0.02	0.04	0.00	-0.10	-0.03	0.00	0.01	0.05	0.03	0.12	0.04	-0.02	1.00		
上向き強	-0.13	0.00	0.05	-0.03	0.06	-0.01	-0.08	-0.13	-0.03	-0.02	0.15	0.03	0.14	0.02	-0.23	0.03	1.00	
上向き	0.05	0.01	-0.10	0.03	-0.02	-0.02	-0.04	-0.14	0.01	-0.05	0.06	0.00	0.00	-0.06	-0.75	-0.18	0.04	1

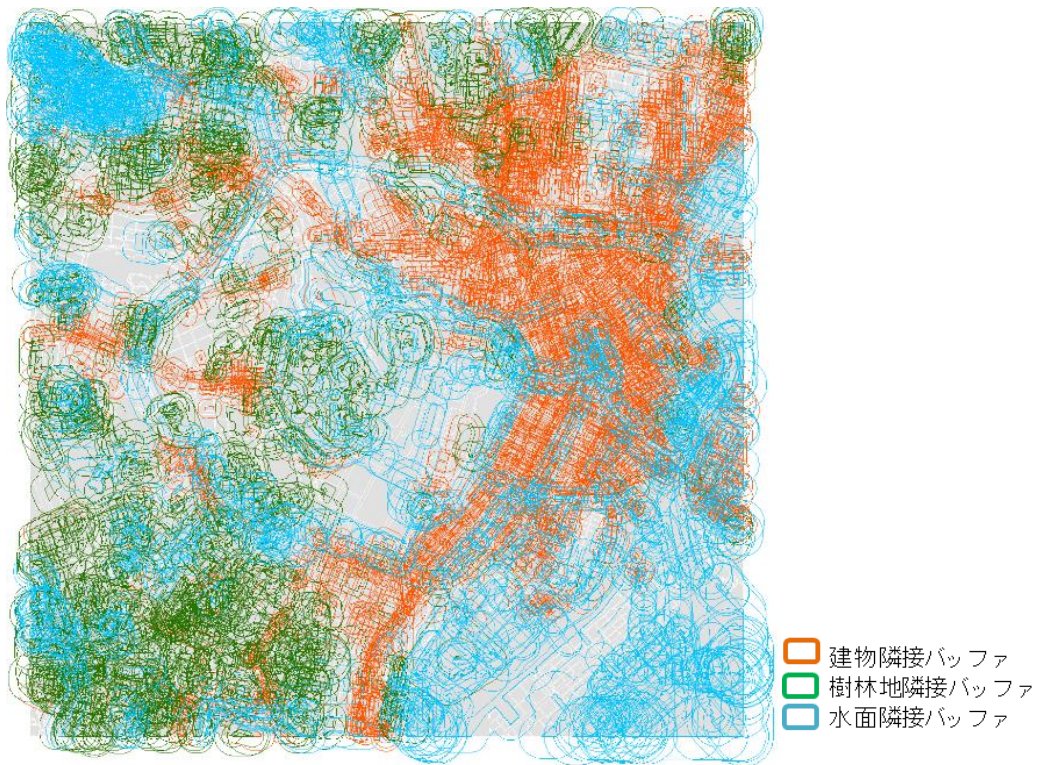


図 5-21.明治 16 年水面・樹林地・建物隣接バッファ

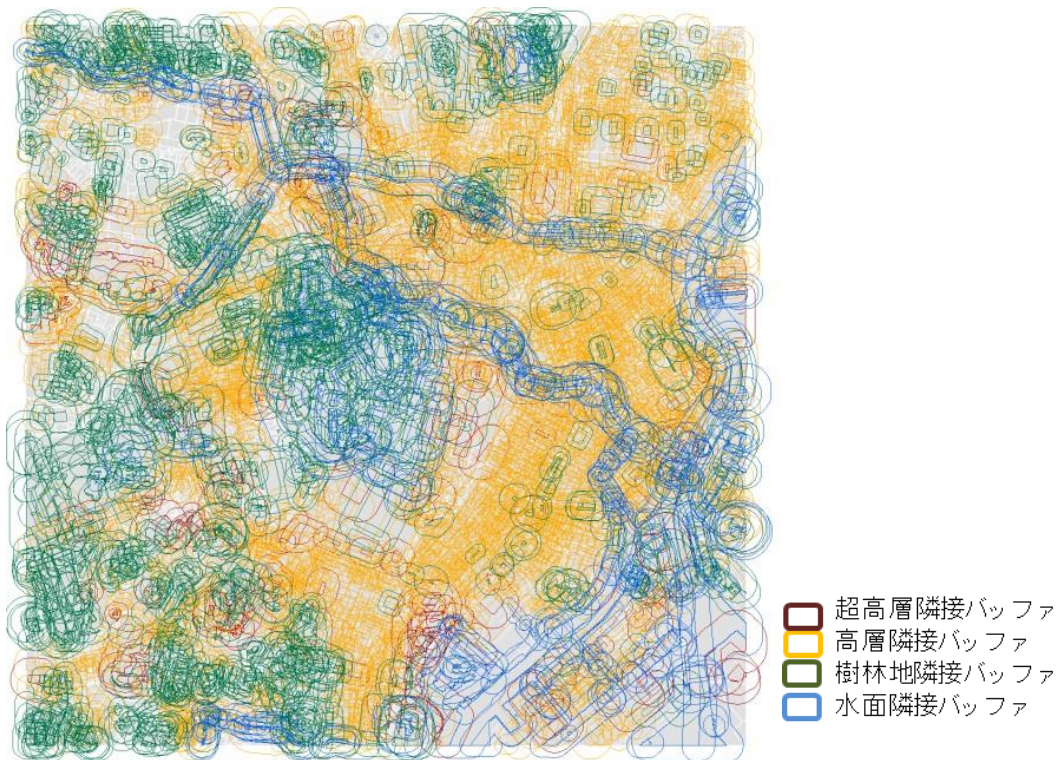


図 5-22.平成 18 年水面・樹林地・建物隣接バッファ



表 5-12. 明治 16 年隣接ユニットの平均気温による回帰分析結果

分析に用いた独立変数の一覧

特性	指標
微地形	平均標高 入組み度 傾斜方向
土地被覆	建ぺい率 樹木率 水面率
隣接性	建物隣接 樹林地隣接 水面隣接

下線：ステップワイズ変数選択で選択された変数

独立変数つきモデルによるパラメータ推定の結果

従属変数	独立変数	係数の推定値 (標準化推定値)
平均気温 ($R^2=0.56$)	建ぺい率	0.361**
	建物隣接	0.230**
	入組み度	0.074**
	傾斜方向	0.031**
	樹林地率	-0.088**
	平均標高	-0.116**
	水面率	-0.216**
	水面隣接	-0.260**

**p<0.01, *p<0.05

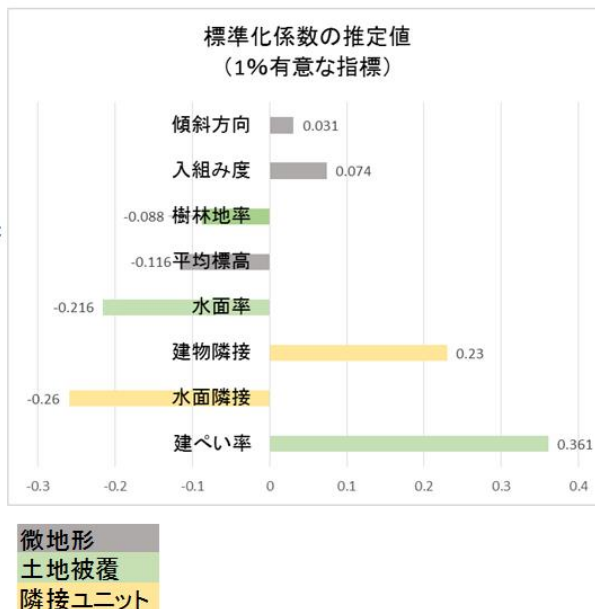


表 5-13. 平成 18 年隣接ユニットの平均気温による回帰分析結果

分析に用いた独立変数の一覧

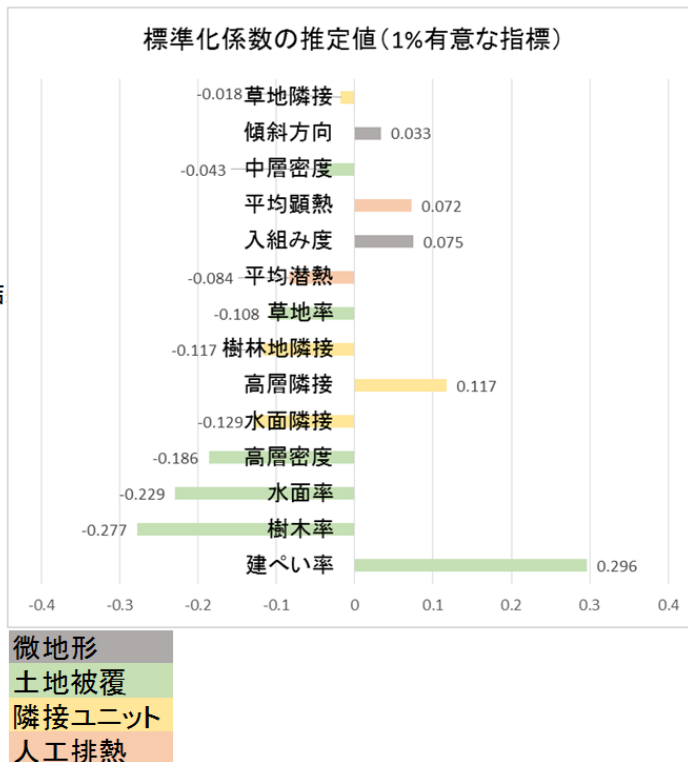
特性	指標
微地形	平均標高 入組み度 傾斜方向
土地被覆	建ぺい率 樹木率 水面率 低層率 中層率 高層率 超高層率
人工排熱	平均潜熱 平均顕熱
隣接性	高層隣接 超高層隣接 樹林地隣接 水面隣接 草地隣接

下線：ステップワイズ変数選択で選択された変数

独立変数つきモデルによるパラメータ推定の結果

従属変数	独立変数	係数の推定値 (標準化推定値)	
平均気温 ($R^2=0.40$)	建ぺい率	0.296**	
	高層隣接	0.117**	
	入組み度	0.075**	
	平均顕熱	0.072**	
	傾斜方向	0.033**	
	草地隣接	-0.018*	
	中層密度	-0.043*	
	平均潜熱	-0.084**	
	高層密度	-0.186**	
	草地率	-0.108**	
	樹林地隣接	-0.117**	
	超高層密度	-0.128**	
	水面隣接	-0.129**	
	水面率	-0.229**	
	樹木率	-0.277**	

**p<0.01, *p<0.05



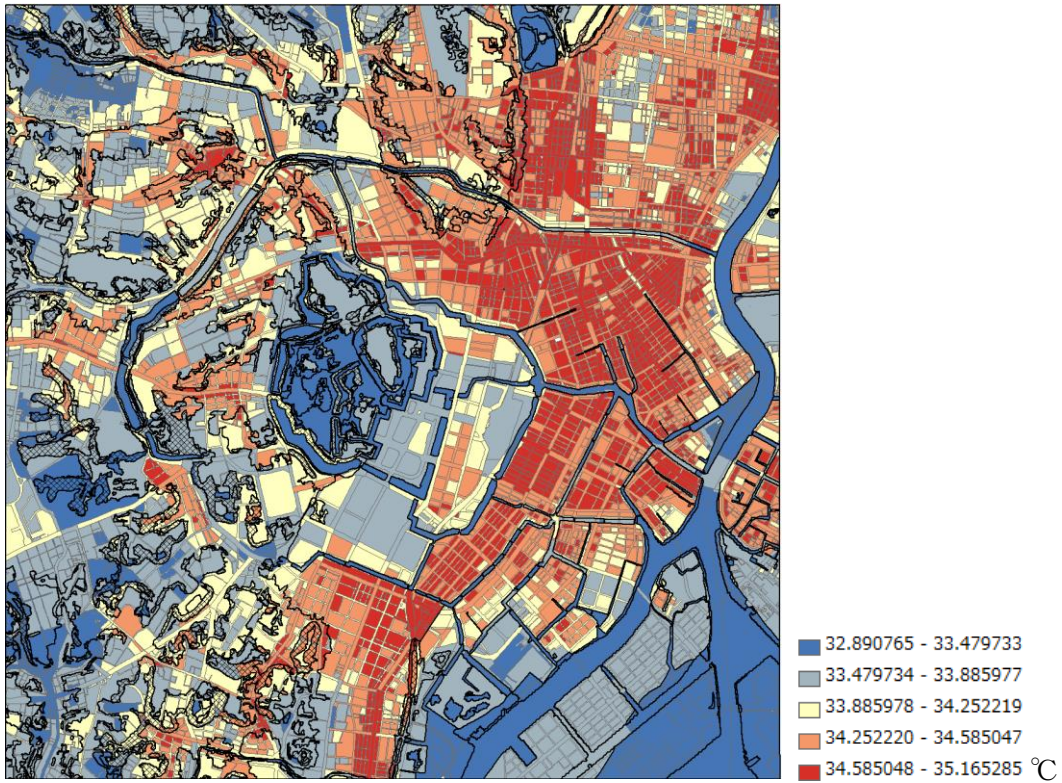


図 5-23.明治 16 年隣接変数までを含めた回帰式による気温分布

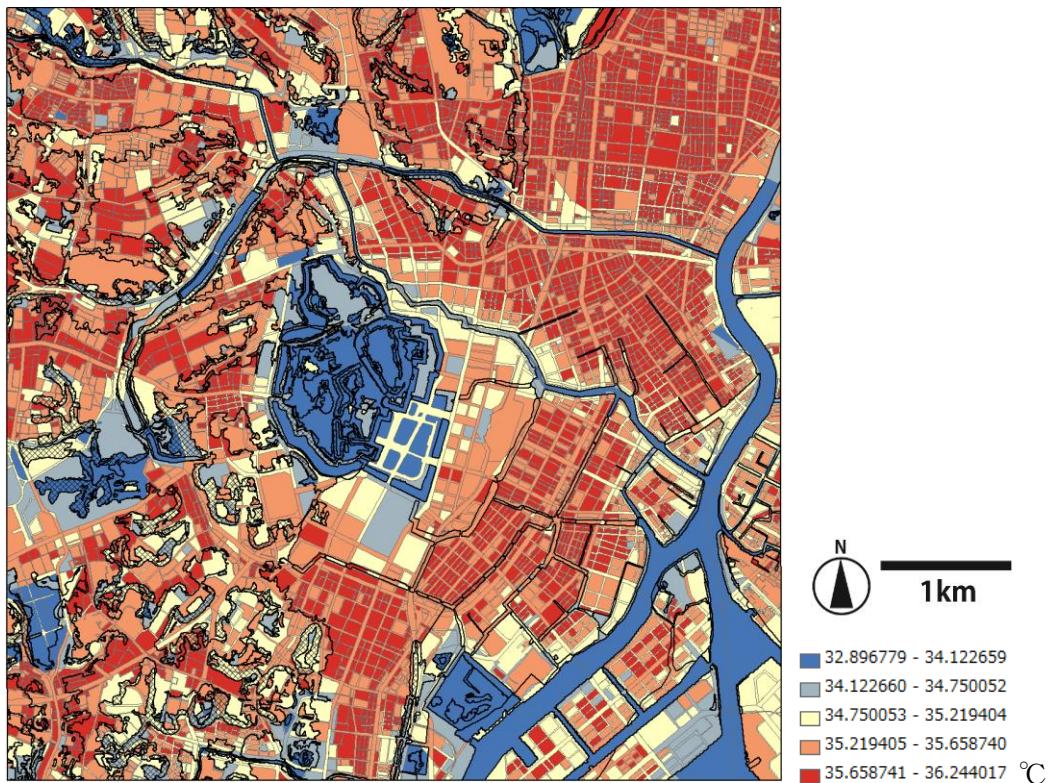


図 5-24.平成 18 年隣接変数までを含めた回帰式による気温分布

5-1-3. 上空との熱交換

次に、平成 18 年度において、下降流が地上付近の気温に与えている影響を算出するため、以下のように指標を設定し回帰分析を行った。下降流の指標に関しては、高度 70m の鉛直風速平均値を単位ごとに算出した。また、平成 18 年度においては、高度 40m での 10 分間鉛直風速平均値を算出し、閾値を以下のように設けて分類した。(閾値・・・下降流強：～-2.5m/s, 下降流：-2.5～0m/s, 上昇流：0～2.5m/s, 上昇流強：2.5m/s～) とし、それぞれの面積占有率をユニットごとに与えた。結果、二時期において、下向き・下向き強・上向き強は 5% 水準で有意であり、気温低減効果を有することがわかった。

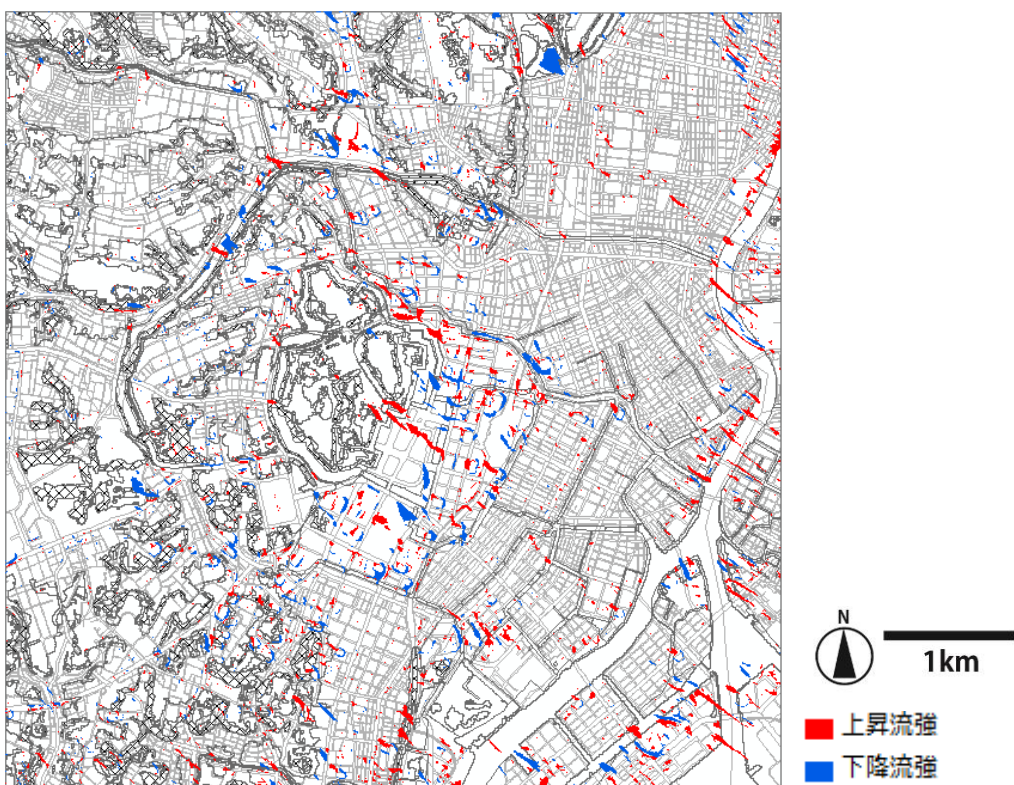


図 5-25. 高度 40m 局所的な強い下降・上昇流

表 5-14 平成 18 年指標間の相関係数

	平均気温	建ぺい率	高層密度	超高層密度	樹木率	水面率	草地率	平均標高	入組度	傾斜向き	平均顕熱	平均潜熱	水面隣接	樹林地隣	草地隣接	超高層隣接	高層隣接	度 70m 鉛直	
平均気温	1.00																		
建ぺい率	0.39	1.00																	
高層密度	-0.12	0.54	1.00																
超高層密度	-0.08	0.07	-0.04	1.00															
樹木率	-0.40	-0.28	-0.15	-0.03	1.00														
水面率	-0.31	-0.25	-0.11	-0.03	-0.01	1.00													
草地率	-0.18	-0.19	-0.10	-0.02	0.07	-0.03	1.00												
平均標高	-0.04	-0.12	-0.18	-0.03	0.20	-0.16	0.04	1.00											
入組度	-0.01	-0.09	-0.13	-0.01	0.17	-0.07	0.04	0.29	1.00										
傾斜向き	0.07	0.07	0.05	0.01	-0.07	0.02	0.00	-0.08	-0.17	1.00									
平均顕熱	0.10	0.29	0.42	0.27	-0.16	-0.06	-0.12	-0.20	-0.15	0.03	1.00								
平均潜熱	-0.03	0.13	0.22	0.37	-0.06	-0.05	-0.05	-0.04	-0.02	0.00	0.65	1.00							
水面隣接	-0.26	-0.18	-0.03	0.01	0.06	0.23	0.04	-0.22	-0.07	-0.01	-0.02	-0.02	1.00						
樹林地隣	-0.32	-0.26	-0.17	-0.04	0.43	0.04	0.13	0.35	0.23	-0.11	-0.18	-0.05	0.04	1.00					
草地隣接	-0.12	-0.13	-0.09	-0.03	0.08	0.02	0.20	0.06	0.04	-0.01	-0.09	-0.05	0.04	0.17	1.00				
超高層隣接	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.02	0.03	-0.02	0.00	-0.02	0.01	0.00	0.02	-0.01	0.01	1.00			
高層隣接	0.17	0.11	0.27	0.06	-0.13	-0.03	-0.05	-0.25	-0.14	0.03	0.25	0.13	-0.02	-0.22	-0.12	-0.01	1.00		
高度 70m 鉛直	0.05	-0.01	0.09	0.11	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	-0.06	0.13	0.10	0.05	0.04	-0.01	-0.01	-0.03	1.00	

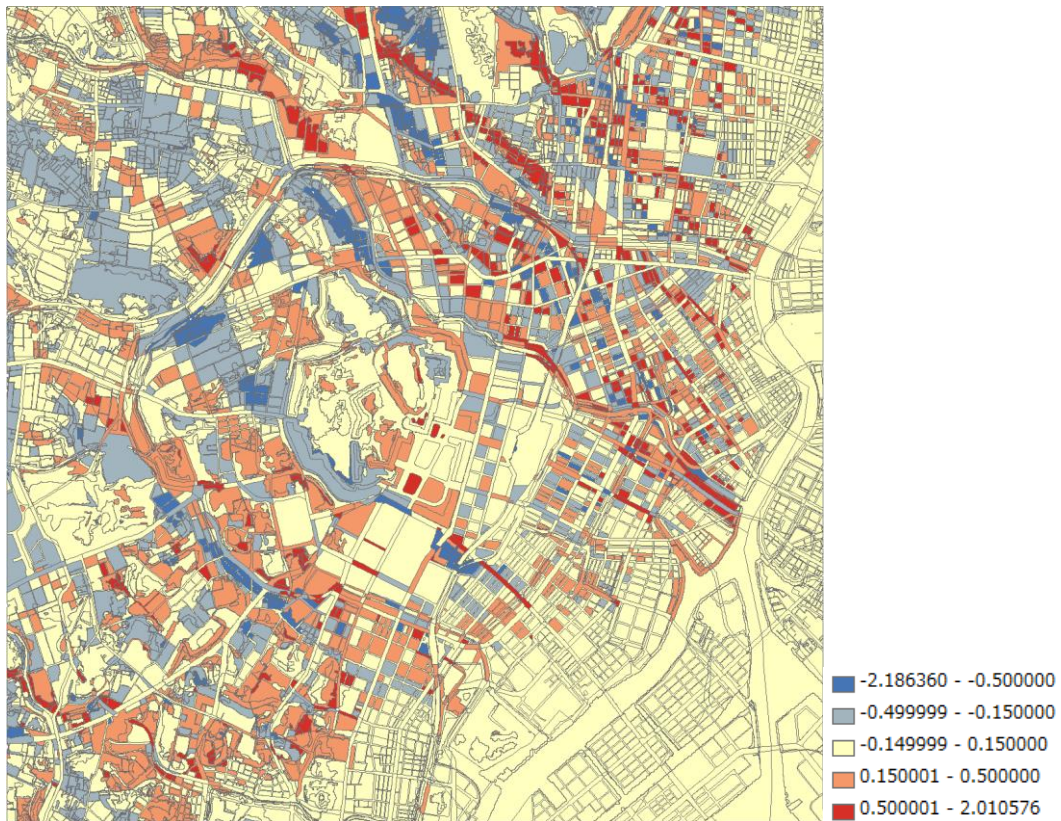


図 5-26. 明治 16 年高度 70mにおける鉛直風速平均値 (m/s)

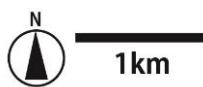
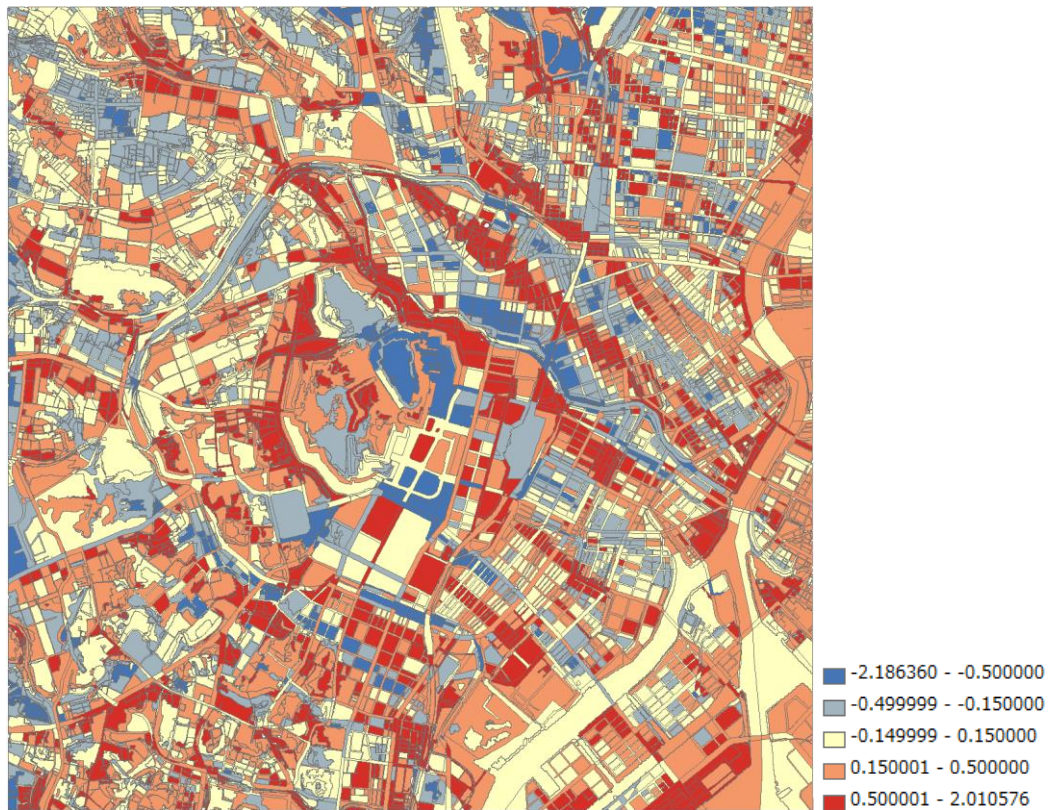


図 5-27. 平成 18 年高度 70mにおける鉛直風速平均値 (m/s)

表 5-15 明治 16 年下降流を含めた変数による平均気温の回帰分析結果

分析に用いた独立変数の一覧

特性	指標
微地形	平均標高 入組み度 傾斜方向
土地被覆	建ぺい率 樹木率 水面率
隣接性	建物隣接 樹林地隣接 水面隣接
上空との熱交換	高度 70m 鉛直風速

下線：ステップワイズ変数選択で選択された変数

独立変数つきモデルによるパラメータ推定の結果

従属変数	独立変数	係数の推定値 (標準化推定値)
平均気温 (R ² =0.56)	建ぺい率	0.357**
	建物隣接	0.230**
	高度 70m 鉛直風速	0.084**
	入組み度	0.073**
	傾斜方向	0.043**
	樹林地率	-0.092**
	平均標高	-0.111**
	水面率	-0.219**
	水面隣接	-0.260**

**p<0.01, *p<0.05

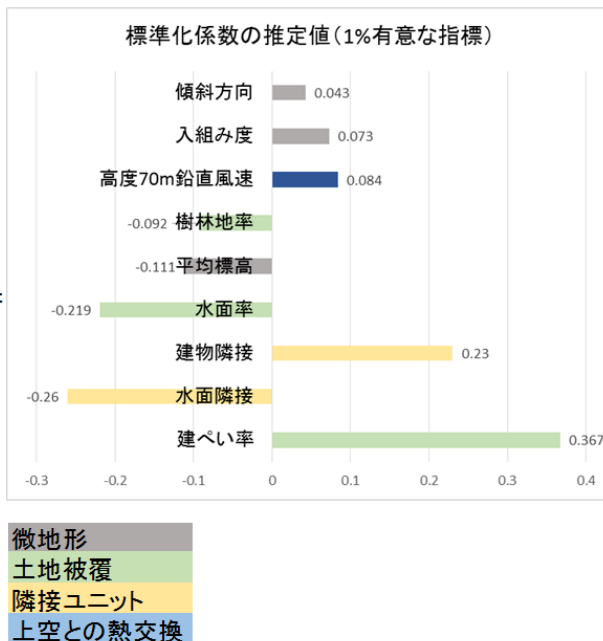


表 5-16.平成 18 年下降流を含めた変数による平均気温の回帰分析結果

分析に用いた独立変数の一覧

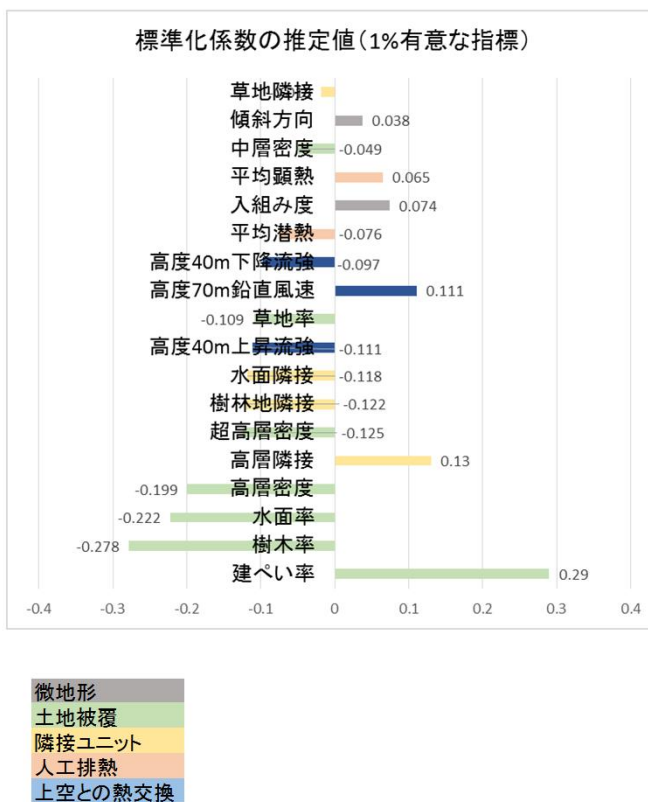
特性	指標
微地形	平均標高 入組み度 傾斜方向
土地被覆	建ぺい率 樹木率 水面率 低層率 中層率 高層率 超高層率
人工排熱	平均潜熱 平均顕熱
隣接性	高層隣接 超高層隣接 樹林地隣接 水面隣接 草地隣接
上空との熱交換	高度 70m 鉛直風速 高度 40m 下降流強 上昇流強

下線：ステップワイズ変数選択で選択された変数

独立変数つきモデルによるパラメータ推定の結果

従属変数	独立変数	係数の推定値 (標準化推定値)
平均気温 (R ² =0.42)	建ぺい率	0.290**
	高層隣接	0.130**
	高度 70m 鉛直風速	0.108**
	入組み度	0.074**
	平均顕熱	0.065**
	傾斜方向	0.038**
	草地隣接	-0.018*
	中層密度	-0.049**
	平均潜熱	-0.076**
	高度 40m 下降流強	-0.097**
	草地率	-0.109**
	高度 40m 上昇流強	-0.111**
	水面隣接	-0.118**
	樹林地隣接	-0.122**
	超高層密度	-0.125**
	高層密度	-0.199**
	水面率	-0.222**
	樹木率	-0.278**

**p<0.01, *p<0.05



5-2. 小括

本章では、二時期の地上付近の気温差をもたらした要因について、①ランドスケープ・ユニット、②隣接ユニットからの移流効果、③上空との熱交換の3点に関して、指標を設定し、有意性の検証を行った。結果、以下の指標が有意であることが明らかとなった。

①ランドスケープ・ユニット（微地形分類・土地被覆分類）は、

明治16年：建ぺい率・樹林地率・水面率・地上開度・傾斜方向・標高、

平成18年：超高層率・高層率・建ぺい率・樹林地率・水面率・地上開度・傾斜方向

②隣接ユニットからの流入効果は、

明治16年：水面隣接・建物隣接

平成18年：水面・樹木・高層隣接

③下降流は、明治16年、平成18年共に高度70mの鉛直風速が有意。平成18年では、高度40mの上向き強・下向き強はともに気温低減効果。

結果、二時期の重決定係数は0.74, 0.55であった。以下を空間階層性別にまとめたものが、図5-28である。

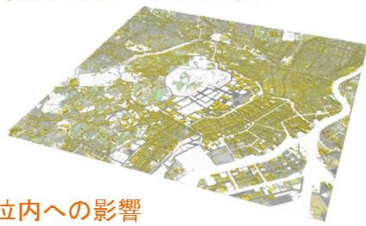


		明治16年		平成18年	
ユニット内部	①ランドスケープ・ユニット  単位内への影響	地上開度	+	地上開度	+
		傾斜方向	+	傾斜方向	+
ユニット外部からの移流	②隣接ユニットからの移流  単位間への影響	建物隣接	+	高層隣接	+
		水面隣接	-	水面隣接	-
ユニット外部からの移流	③上空との熱交換による移流  都市スケールへの影響	地形の起伏による鉛直流		超高層による鉛直流	
		高度70m上昇流	+	高度70m上昇流	+
		下降流	-	下降流	-
				高度40m下降流強	-
				上昇流強	-
		(+)は気温上昇、 (-)は気温低減効果)			

図5-28. 地上付近の気温の要因と空間階層性

第6章 熱・風環境評価に基づく 都市環境計画論

6-1. 熱・風環境評価による都市環境計画の方法論

以下の流れにおいて、都市環境計画の方法論の構築を行う(図 6-1)。

(1) 熱・風環境要因に基づく評価図の作成

第一に、明治期から現在にかけて二時期の地上付近の気温変化に与えた要因である3点が、①ランドスケープ・ユニット、②隣接ユニットからの移流、③上空との熱交換による移流ユニット別にそれぞれどのように影響した結果であるのか評価する(以下では Heat/Wind Evaluation Method : HWM と称する)。

HWM. 1: ランドスケープ・ユニット

微地形上での土地被覆の変化による二時期の気温変化分を回帰式により算出し、平成のランドスケープ・ユニット別に要因を分析する。例としては、水路網で明治16年では水面が平成18年では道路へ変化し、気温上昇したユニット等が挙げられる。

HWM. 2: 隣接ユニットとの関係

平成18年の隣接ユニットによる気温への影響分を回帰式により算出し、評価を行う。

HWM. 3: 上空との熱交換による移流(立体的な強風軸構造)

上空との熱交換による地上付近の気温への影響分を回帰式により算出し、評価を行う。例としては、強風軸の直下など、日本橋川沿い～神田川流域・京橋川沿い～皇居・環状二号线沿い～溜池谷等が挙げられる。

(2) 評価図を基にした都市環境計画の保全・修復・創造の指針図

第二に、(1)において設定した HWM.1 ランドスケープ・ユニット、HWM.2 隣接ユニットからの移流、HWM.3 上空との熱交換による移流の評価図を重ね合わせ、熱・風環境を踏まえた都市環境計画の展開のための緑地の保全・修復・創造の指針図を設定する。

(3) 現行の都市緑地政策との比較分析による具体の施策の例示

第三に、現行の都市緑地政策との比較分析により、より具体の施策の例示を行う。現行の都市緑地政策としては、東京都による緑のまちづくり指針図・各区の緑の基本計画に基づき、民間において今後導入可能な緑化政策(都市再開発の動向・地区計画)のGISデータ作成を行った。尚、緑のまちづくり指針図とは、東京都が各区のとりまとめを行い、まちづくりに合わせて今後10年間に目指す地域や緑のまちづくりの方向性を示し、あわせて緑に係るまちづくり事業や規制・誘導策をリストと1万分の1の図面で表現したものである。また、平成18年東京都都市計画基礎調査GIS土地利用現況データより、公共施設(600㎡以上の公益公共施設)の抽出を行った。これを基に、以下の二つに分類した。

- ① 保全：都市計画決定公園区域などの都市計画の視点から緑地が保全されてきた区域
- ② 緑化：民有地・公共用地において今後積極的に緑化が推進される区域

以上より、熱・風環境の(1)評価図の作成、(2)評価図の重ね合わせによる都市環境計画の指針図の作成、さらに(3)指針図と現行の都市・緑地政策との比較分析による具体の施策の例示によって、都市環境計画方法論とする。

都市環境計画方法論

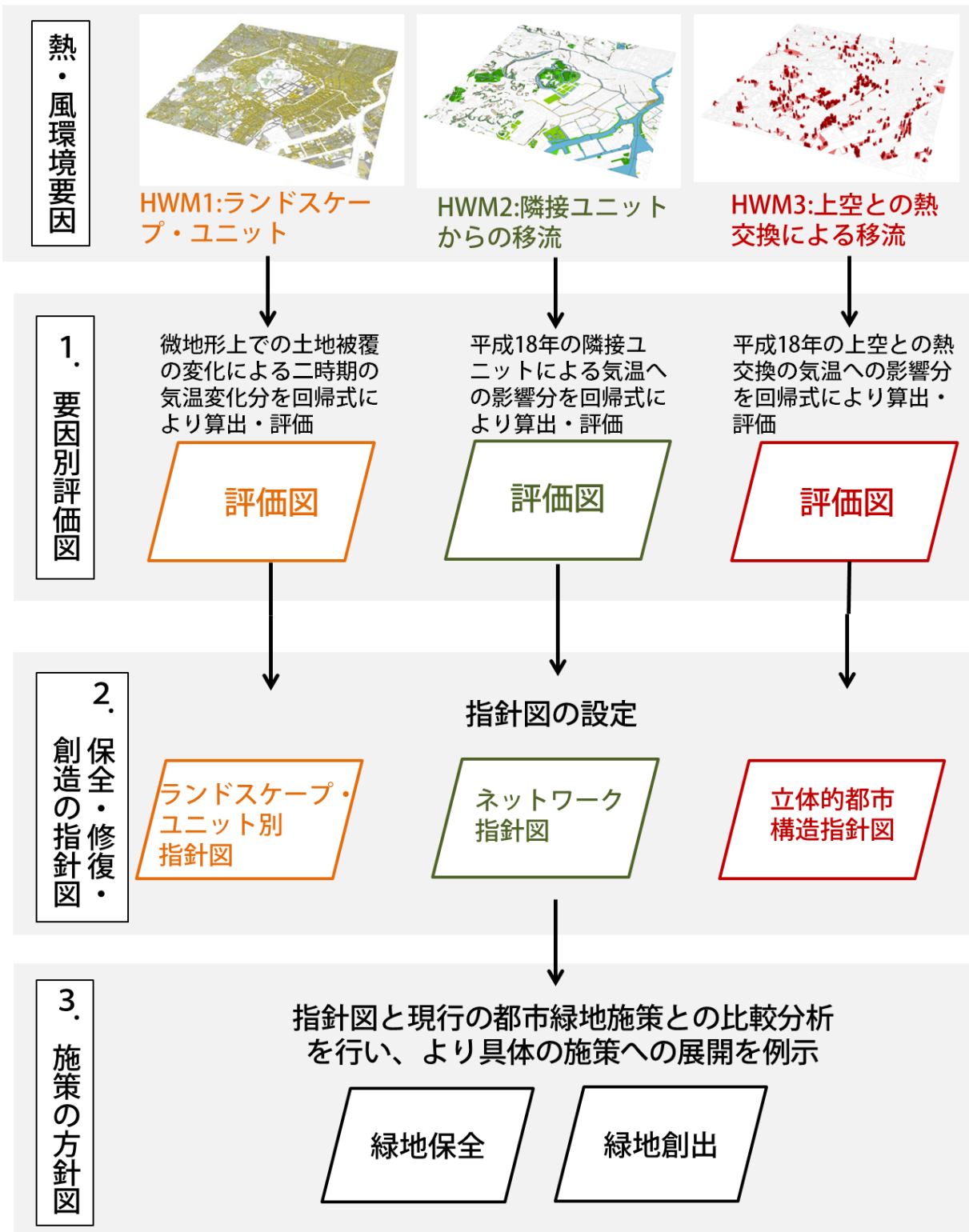


図 6-1. 都市環境計画の流れ

6-2. 熱・風環境要因に基づく評価図の作成

6-2-1. ランドスケープ・ユニットによる評価図

ランドスケープ・ユニットについては、平成18年における微地形と土地被覆の代表的な組み合わせであるランドスケープ・ユニットが、明治16年よりどのような土地被覆変化によって生み出され、その結果として気温差にどう影響したのかを分析し、その主要タイプに対して評価を行い、保全・消失の評価図を設定する。

まず、二時期の微地形上での土地被覆の変化による気温差分については、「二時期気温差分を被説明変数とし、土地被覆変化量を説明変数とした回帰式」を元に算出を行った(表6-1, 図6-2)。尚、二時期の変化量において、気温差を回帰分析をおこなった結果は、表6-1の様である。高層・超高層・建蔽率差分、樹木差分、水面差分、草地差分が有意であり、重決定係数は0.28であることがわかる。回帰式算出の結果、明治16年から平成18年にかけて、土地被覆変化によって、気温上昇が少ないユニット、気温上昇が顕著であるユニット等が視覚的に表現された(図6-2)。さらに、これを自然分類により4分類(気温上昇なし: 0.3-1°C上昇、気温上昇小: 1-1.5°C上昇、気温上昇中: 1.5-2°C上昇、気温上昇大: 2°C以上上昇)を行った。

次に、平成ランドスケープ・ユニットと気温差4タイプの組み合わせで代表的なタイプを抽出した。特化係数1以上のタイプを抽出(表6-2)し、明治16年から平成18年にかけての気温差をもたらした微地形上での土地被覆変化の要因を分析・評価し、評価図を作成した。

表6-1. 二時期の気温差の土地被覆変化量による重回帰分析結果

重相関 R	0.51			
重相関 R2	0.26			
補正 R2	0.26			
標準誤差	0.01			
観測数	9340			
		自由度	変動	分散
		回帰	6	2173
		残差	9333	6092
		合計	9339	8265
		係数	t	P 値
切片		0.79	29.4	0.00
高層密度 **		-0.0045	-10.3	0.00
超高層密度 **		-0.018	-13.3	0.00
建ぺい率差分 **		0.0062	18.5	0.00
樹木差分 **		-0.015	-33.5	0.00
水面差分 **		-0.014	-32.7	0.00
草地差分 **		-0.010	-25.3	0.00

**1% 水準で有意

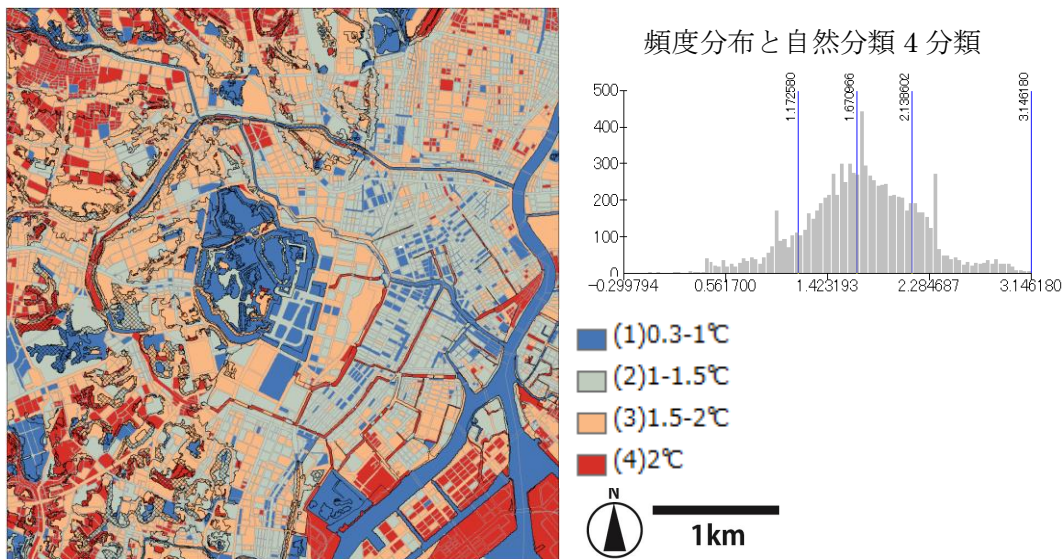


図6-2. 土地被覆変化による二時期の気温差4タイプ

表6-2. 平成ランドスケープ・ユニットと気温差4タイプの特化係数

平成ランドスケープ・ユニット		(1)0.3-1°C	(2)1-1.5°C	(3)1.5-2°C	(4)2°C-
台地	樹林地・草地	3.31	1.23	0.12	0.00
	超高層	0.96	2.14	0.44	0.02
	市街地-樹林地・草地	0.46	1.14	1.37	0.39
	中・高層	0.05	0.47	1.97	0.78
	低・中層	0.00	0.15	1.46	2.87
崖線	樹林地・草地	3.58	0.87	0.29	0.00
	超高層	0.14	2.52	0.51	0.00
	市街地-樹林地・草地	0.06	1.02	1.31	1.29
	市街地	0.00	0.09	1.28	3.47
谷地	樹林地・草地	5.06	0.34	0.05	0.00
	超高層	0.71	1.35	1.09	0.36
	市街地-樹林地・草地	0.23	0.69	1.58	1.08
	中・高層	0.02	0.48	1.65	1.63
低地	低・中層	0.00	0.14	1.29	3.32
	樹林地・草地	5.20	0.32	0.00	0.00
	水面	3.94	0.98	0.03	0.00
	超高層	0.87	2.09	0.53	0.00
	中・高層	0.44	1.33	1.18	0.49
水路網	市街地-樹林地・草地	0.32	0.99	1.41	0.76
	低・中層	0.01	0.65	1.30	2.19
	水面	5.31	0.26	0.00	0.00
	樹林地・草地	0.42	1.44	0.52	2.01
	水路網-埋立市街地	0.08	0.13	0.52	5.29
埋立地	水路網-埋立地(道路)	0.00	0.26	0.27	5.77
	樹林地・草地	0.00	2.99	0.18	0.00
	市街地-樹林地・草地	0.00	0.00	0.23	6.43
	超高層	0.00	0.15	0.00	6.70
	中・高層	0.00	0.00	0.00	7.03
道路	低・中層	0.00	0.00	0.00	7.03
	道路	0.19	1.74	1.00	0.37
河川	水面	5.77	0.00	0.00	0.00
		1以上			

6-2-1-1. 気温上昇なしタイプ (-0.3~1°C)

気温上昇なしタイプであった平成ランドスケープ・ユニットとその土地被覆変化量を見ると、大きく二つの特性が見られる。一つには、台地や崖線、谷地上において、明治16年から平成18年にかけて平均的に樹林地が50%近く増加したユニットである。皇居、皇居前広場、浜離宮、赤坂離宮の谷地部、不忍池、青山霊園、日比谷公園、後樂園などの都市公園や緑地として整備されてきた緑地、あるいは神田川流域南向き斜面や溜池谷の崖線沿いに位置する椿山荘や江戸川公園などが該当する。二つには、水路網や隅田川・日本橋川などの水面が保全されたユニットが挙げられる。このように、近代以降も緑地制度として担保されてきた、あるいは崖線沿いに保全されてきた樹林地・水面では、全体として1.5°C上昇する中でも、相対的に気温上昇が見られなかったことがわかる(図6-3, 表6-3)。

6-2-1-2. 気温上昇小タイプ (1~1.5°C)

気温上昇小タイプであった平成ランドスケープ・ユニットとその土地被覆変化量を見ると、大きく三つの特性が見られる。一つには、台地や崖線上で、明治16年には樹林地が存在し、平成18年においても、減少することなく保全されたユニットが挙げられる。東京大学、靖国神社、赤坂離宮の台地部、あるいは溜池谷の台地上に多く分布していた大名屋敷が大使館や大学などの大規模公共施設へと転換されたユニット等が該当する。二つには、低地や谷地・崖線上における超高層型である。これは、江戸期より大川端、霞ヶ関、六本木ヒルズや東京ミッドタウン、アークヒルズ等、寺社地・大名屋敷等の大規模街区であった明治16年以降も細分化・高密度化されることなく都市再生期以降再開発により超高層化することにより、オープンスペースが生み出され、気温上昇が比較的小さかったと考えられる。三つには、低地における高密・中密市街地が、市区改正期より都市計画道路(幹線道路網)が整備される、あるいは中層・高層化することにより、建蔽率が低下し、相対的に気温が低下したタイプが挙げられる。昭和通り、八重洲通り、日本橋~銀座地区等が該当する(図6-4, 表6-4)。

6-2-1-3. 気温上昇中タイプ (1.5~2°C)

気温上昇中タイプであった平成ランドスケープ・ユニットとその土地被覆変化量を見ると、次のような特性が見られる。台地・崖線・谷地・低地において、明治16年における低密市街地や非建ぺい地が、低・中層住宅や中・高層、あるいは超高層の市街化が進み、建ぺい率が平均的に30~40%増加することにより気温が上昇したユニットである。国会議事堂、東京駅、東京大学等の大街区も含まれるが、大部分は武家地であった中規模街区が民有地として高密度化したユニットが該当する。ただし、崖線は、建物の建てにくさも要因となり、比較的建ぺい率の上昇が20%弱と比較的低い(図6-5, 表6-5)。

6-2-1-4. 気温上昇大タイプ (2°C~)

気温上昇大タイプであった平成ランドスケープ・ユニットとその土地被覆変化量を見ると、大きく二つの特性が見られる。一つには、台地や崖線上で、建蔽率の増加に伴い、明

治 16 年における樹林地が、平均的に 20~30%減少したことにより気温が 2℃以上上昇したユニットである。特に崖線上では、40%近くの樹林地が喪失している。神田側流域北向き斜面や、寺社地が多く分布していたが、高密度市街地へと変容した若葉町等が該当する。二つには、水面の消失により気温が 2℃以上上昇したユニットである。これは、溜池谷の谷戸地形の谷地における庭園内の池や、早稲田や春日通り沿い等の低地において水田が分布していたが、近代以降消失したことにより、顕著に気温が上昇したユニット、また京橋川や八重洲通りに分布していた水路網が埋め立てられ、道路・市街化によって高温化したユニット、東京湾岸において埋立地において水面が消失したことにより高温化したユニット等が該当する（図 6-6, 表 6-6）。

6-2-1-5. 緑地保全型評価図の作成

以上の分析により、気温上昇なしタイプ、気温上昇小タイプが緑地が保全・創出されてきたことにより気温上昇が比較的少ないタイプ、気温上昇中タイプ、気温上昇大タイプが緑地が消失してきたことにより気温上昇が比較的大きいタイプであることがわかる。よって、ランドスケープ・ユニットについては、保全型評価図、消失型評価図を作成した。

まず、気温上昇なしタイプ、気温上昇小タイプを合わせ、保全型評価図を作成する。

- ・台地、崖線、谷地において、樹林地が保全・整備されてきたタイプ（皇居、皇居前広場、浜離宮、赤坂離宮、青山霊園、日比谷公園、後樂園等のコア）
 - ・河川、水面において、水面が保全されたタイプ（隅田川、日本橋川、外堀等）
 - ・台地、崖線、谷地において、市街地が増加する中でも樹林地も保全されてきたタイプ（東京大学等）
 - ・低地、崖線、谷地において、大街区が超高層ビルへと転換することによりオープンスペースが保全されたタイプ（大川端、霞ヶ関、六本木ヒルズ、東京ミッドタウン等）
- 以上を緑地保全型評価図としてまとめたものが、図 6-7 である。

6-2-1-6. 緑地消失型評価図の作成

同様に気温上昇中タイプ、気温上昇大タイプを合わせ、消失型評価図を作成した。まず、

- ・崖線上において顕著に樹林地・草地在減少することにより、気温が上昇したタイプ（公共用地、民有地において市街化したタイプ）
- ・台地・低地・谷地の市街化が進むことにより、建ぺい率増加、樹林地減少によって気温が上昇したタイプ（土地被覆分類が中・高層、低・中層、超高層、市街地—樹林地型等、国会議事堂、東京駅、東京大学等の大街区や小・中規模街区の民有地）
- ・谷地・低地で池や水田等の水面が消失することにより、気温が上昇したタイプ（早稲田や春日通り沿い等）
- ・水路網で水面が埋め立てられたことにより、気温が上昇したタイプ（京橋川や八重洲通り）。
- ・埋立地で水面が埋め立てられたことにより、気温が上昇したタイプ。

以上を緑地消失型評価図としてまとめたものが、図 6-8 である。

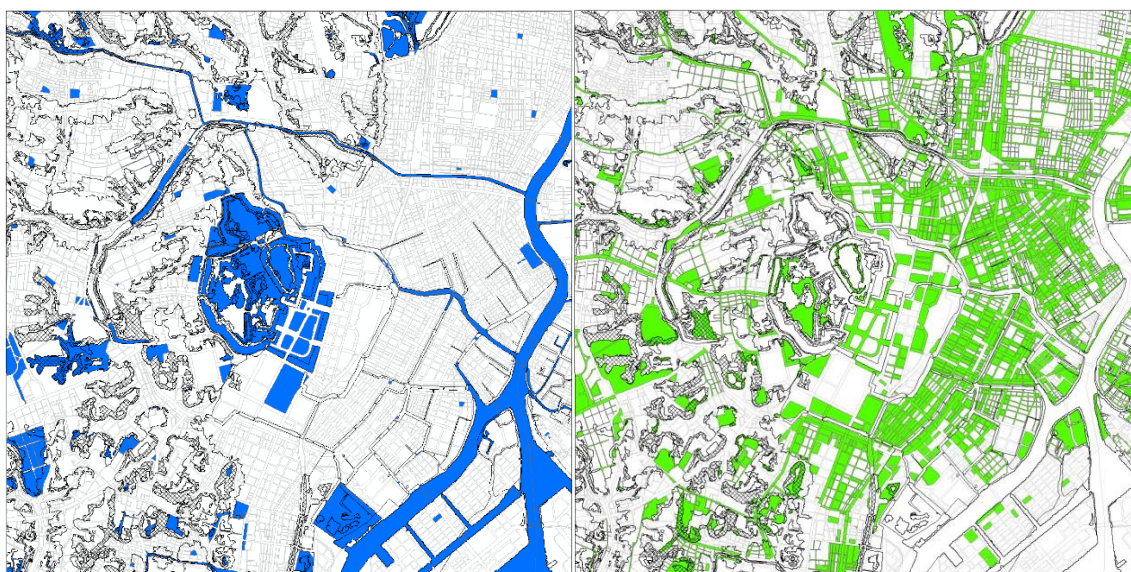


図 6-3. 気温変化なしタイプ

図 6-4. 気温上昇小タイプ

平成ランドスケープ・ユニット		平成熱・風環境		二時期土地被覆変化(%)					気温変化の要因
		気温(°C)	風速(m/s)	建ぺい率差分	樹林地率差分	水面率差分	高層率差分	超高層率差分	
台地	樹林地・草地	34.0	2.31	0.3	56.2	-0.1	0.6	0.0	樹林地の保全・創出
崖線	樹林地・草地	34.1	1.84	-0.2	49.8	-4.4	0.3	0.0	樹林地の保全・創出
谷地	樹林地・草地	34.0	2.19	-0.2	53.2	-2.5	0.9	0.0	樹林地の保全・創出
低地	樹林地・草地	34.5	2.05	-7.8	39.2	-0.8	0.9	0.0	樹林地の保全・創出
	水面	33.9	1.90	-3.2	4.2	40.8	0.1	0.1	水面の保全・創出
水路網	水面	34.2	2.22	-0.9	3.5	0.0	0.0	0.0	水面の保全
河川	水面	33.5	2.31	0.0	1.1	9.3	0.0	0.0	水面の保全

表 6-3. 気温変化なしタイプと要因

平成ランドスケープ・ユニット		平成熱・風環境		二時期土地被覆変化(%)					気温変化の要因
		気温(°C)	風速(m/s)	建ぺい率差分	樹林地率差分	水面率差分	高層率差分	超高層率差分	
台地	市街地-樹林地・草地	34.6	1.39	25.0	28.6	-0.3	5.2	0.3	市街地内の樹林地の保全
	樹林地・草地	34.4	1.75	10.6	-2.7	-0.9	1.0	0.0	樹林地の保全・創出
	超高層	34.8	2.17	30.4	-3.1	0.0	8.7	22.0	超高層付近の冷気の導入
崖線	市街地-樹林地・草地	34.8	1.55	9.4	14.7	-0.7	4.3	0.0	市街地内の樹林地の保全
	超高層	35.2	1.74	30.7	-4.4	-1.7	1.5	29.1	超高層付近の冷気の導入
低地	低地-中・高層	36.0	1.02	23.3	0.0	-0.2	37.8	0.1	高層化
	超高層	35.0	2.08	35.3	-1.5	-1.8	12.1	30.7	超高層付近の冷気の導入
水路網	樹林地・草地	34.4	1.72	2.3	29.3	-92.3	0.5	0.0	樹林地の保全・創出
埋立地	樹林地・草地	34.1	1.92	2.1	1.6	-94.7	0.4	0.0	埋立地の公園
	道路	35.7	1.73	-28.9	2.1	-0.6	0.0	0.0	建ぺい率の低下

表 6-4. 気温上昇小タイプと要因



図 6-5. 気温上昇中タイプ

図 6-6. 気温上昇大タイプ



表 6-5. 気温上昇中タイプと要因

平成ランドスケープ・ユニット		平成熱・風環境		二時期土地被覆変化(%)					気温変化の要因
		気温(°C)	風速(m/s)	建ぺい率差分	樹林地率差分	水面率差分	高層率差分	超高層率差分	
台地	市街地-樹林地・草地	35.4	1.37	25.5	-3.6	-0.1	4.2	0.1	建ぺい率増加
	中・高層	35.7	1.25	39.2	-3.4	-0.1	23.9	0.1	建ぺい率増加
	低・中層	36.0	0.92	36.6	-1.5	-0.1	1.5	0.0	建ぺい率増加
崖線	市街地-樹林地・草地	35.5	1.38	18.2	-7.0	-1.8	2.2	0.1	建ぺい率増加
	市街地	35.9	1.04	35.9	-5.1	-0.7	16.5	0.2	建ぺい率増加
谷地	市街地-樹林地・草地	35.5	1.38	21.7	-3.6	-2.1	3.9	0.1	建ぺい率増加
	中・高層	35.8	1.17	43.5	-3.5	-1.6	28.6	0.1	建ぺい率増加
	超高層	35.3	1.81	33.7	-12.8	-3.5	5.4	17.6	建ぺい率増加・樹林地減少
	低・中層	36.2	0.87	37.9	-2.6	-1.1	1.7	0.0	建ぺい率増加
低地	市街地-樹林地・草地	35.4	1.50	25.4	-2.0	-3.9	9.0	0.0	建ぺい率増加
	中・高層	35.9	1.17	44.1	-0.8	-1.2	27.3	0.1	建ぺい率増加
	低・中層	36.2	0.94	38.3	-0.7	-1.2	2.5	0.0	建ぺい率増加
道路		35.5	1.81	-5.6	-4.2	-3.3	0.0	0.0	裸地のアスファルト化
変化が顕著な土地被覆									

表 6-6. 気温上昇大タイプと要因

平成ランドスケープ・ユニット		平成熱・風環境		二時期土地被覆変化(%)					気温変化の要因
		気温(°C)	風速(m/s)	建ぺい率差分	樹林地率差分	水面率差分	高層率差分	超高層率差分	
台地	低・中層	36.0	0.85	54.5	-13.4	-0.4	0.5	0.0	建ぺい率増加・樹林地減少
崖線	市街地	36.0	0.89	52.0	-25.6	-8.0	4.5	0.0	建ぺい率増加・樹林地減少
	市街地-樹林地・草地	35.9	1.20	27.7	-44.8	-9.7	2.3	0.0	建ぺい率増加・樹林地減少
谷地	中・高層	35.7	1.07	63.7	-14.8	-24.0	18.1	0.0	水面消失
	低・中層	36.0	0.80	58.0	-13.5	-15.0	0.7	0.0	水面消失
	市街地-樹林地・草地	35.6	1.35	35.3	-30.7	-13.5	4.1	0.0	水面消失
低地	低・中層	36.0	0.94	64.6	-6.1	-23.7	2.4	0.0	水面消失
水路網	埋立市街地	35.7	1.29	60.8	0.1	-97.4	28.9	0.6	水面消失
	埋立地(道路)	35.4	2.05	-0.3	0.4	-99.2	0.0	0.0	水面消失
	樹林地・草地	35.4	1.77	15.7	0.1	-96.8	2.4	0.0	水面消失
埋立地	埋立地-超高層	34.2	2.42	44.2	0.0	-96.5	3.2	15.0	水面消失
	中・高層	34.5	1.87	40.1	0.0	-99.4	22.0	0.0	水面消失
	低・中層	34.9	1.51	57.2	0.0	-99.4	2.2	0.0	水面消失
	市街地-樹林地・草地	34.3	2.16	19.4	0.0	-98.4	2.3	0.0	水面消失
変化が顕著な土地被覆									

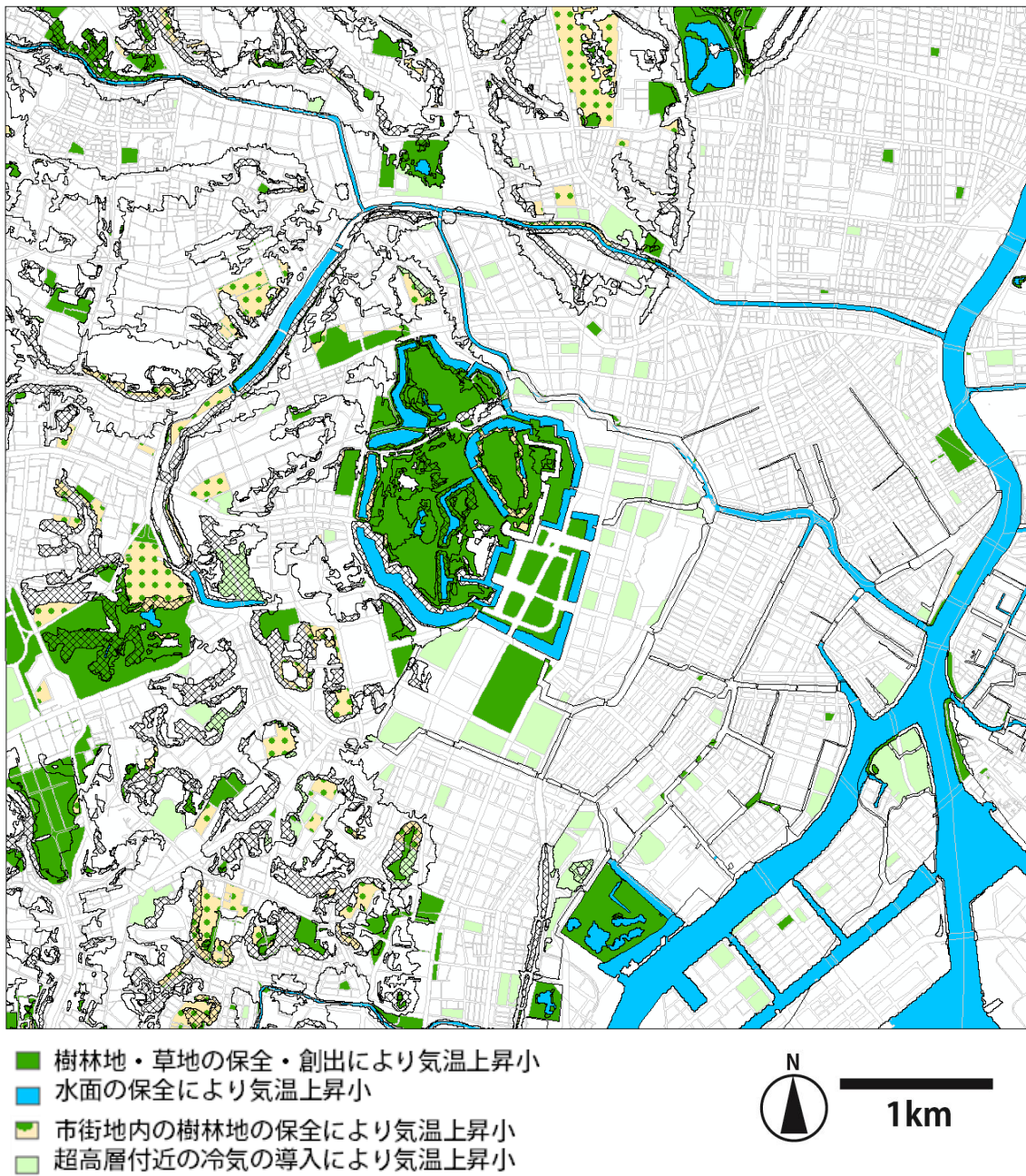
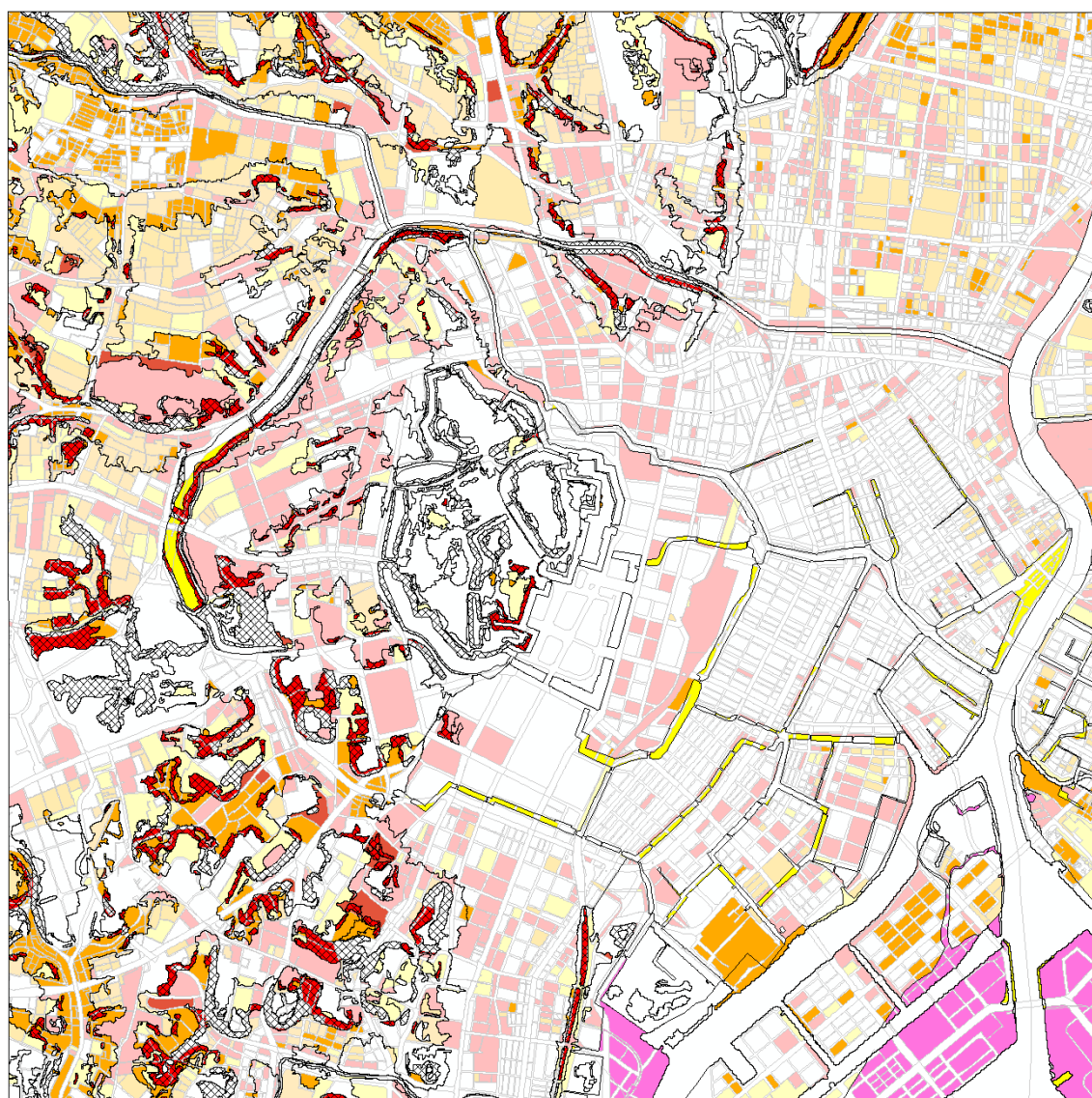


図 6-7. ランドスケープ・ユニットによる保全型評価図



- 崖線の樹林地喪失
- 谷地・低地の水面消失
- 水路網の埋立により水面消失
- 埋立地の埋立により水面消失
- 台地・低地・谷地の中・高層化により樹林地喪失
- 台地・低地・谷地の低・中層化により樹林地喪失
- 台地・低地・谷地の市街化により樹林地減少
- 谷地の超高層化により樹林地減少



図 6-8. ランドスケープ・ユニットによる緑地消失型評価図

6-2-2. 隣接ユニットからの移流による評価図の作成

次に、隣接ユニットからの移流に関して、評価図を作成する。尚、評価にあたっては、隣接ユニットからの移流による気温上昇・低減効果を、平成18年において有意であった指標（水面隣接、樹林地隣接、高層隣接）別に、回帰式より算出する（図6-9～6-11）。

図6-9は、水面に隣接することによる気温低減効果であるが、回帰式より、水面には隣接するユニットに約 $-0.1\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ の気温低減効果を有していることが算出された。その分布をみると、隅田川、日本橋川、外濠、神田川等の保全された水路網・河川沿いに分布することがわかる。一方、図6-10は、樹林地に隣接することによる気温低減効果であるが、回帰式により、樹林地には隣接するユニットに $-0.1\sim-0.7^{\circ}\text{C}$ の気温低減効果を有していることがわかった。その分布をみると、山の手台地の崖線沿いに保全された緑地や、近代以降公園として整備された緑地等の風下側に多く分布することがわかる。以上をまとめると、

- ・コア：皇居や赤坂離宮、不忍池や浜離宮等の大規模緑地

- ・コリドー（ネットワーク）：隅田川や日本橋川、外濠や水路網、崖線沿いの緑地など、6-2-1. ランドスケープ・ユニットの評価図において、保全型緑地として算出されたユニットと合わせて分布することがわかる。よって、保全型緑地評価図として設定を行う。

図6-11は、高層に隣接することによる気温上昇効果を示しているが、回帰式により、高層には隣接するユニットに約 $0.1\sim0.7^{\circ}\text{C}$ の気温上昇効果を有していることが算出された。特に、高層建築の割合が高い、下町低地の銀座～日本橋地区や、溜池谷の谷地部等で面的に広がり、隣接するユニットに 0.3°C 以上の気温上昇効果をもたらしていることがわかった。この要因としては、高層建築は低・中層建築より人工排熱量が多く、また低・中層建築が壁面全体から人工排熱を放出している一方、高層建築は屋上部より人工排熱を放出しているとしたため、風下側へと排熱が流れていきやすくなったことが挙げられる。よって、対策としては、人工排熱の抑制、排熱位置の検討（地上付近へ）等を行うことが考えられるため、対策型評価図として設定を行う。

ここで、 0.1°C 以上の気温上昇・低減効果を有する場合を閾値として設定し、評価図を作成した（図6-13）。

6-2-3. 上空との熱交換に関する評価図の作成

最後に、上空との熱交換からの移流に対して、評価図を作成する。尚、評価にあたっては、上空との熱交換による気温上昇・低減効果を、平成18年において有意であった指標（高度70m・40mにおける鉛直風速の平均値）により、回帰式より算出した。結果、下降流・上昇流は約 $-1.8\sim0.8^{\circ}\text{C}$ の気温低減・上昇効果をもたらしていることが明らかとなった。その分布をみると、皇居東御苑、不忍池、日比谷公園、東京駅、赤坂離宮の谷地、靖国神社、後樂園等や日本橋川の緑地上部において、 0.3°C 以上の気温低減効果を有している一方、汐留の風下側等の超高層の背面部では、 0.3°C 以上の気温上昇小効果を持つことが明らかとなった。 0.05°C 、 0.1°C の気温低減、上昇効果を閾値として、評価図を作成した（図6-14）。ただ、今回は南東風のみにより検証を行ったため、今後は異なる風向においても同様の検証を行う必要がある。

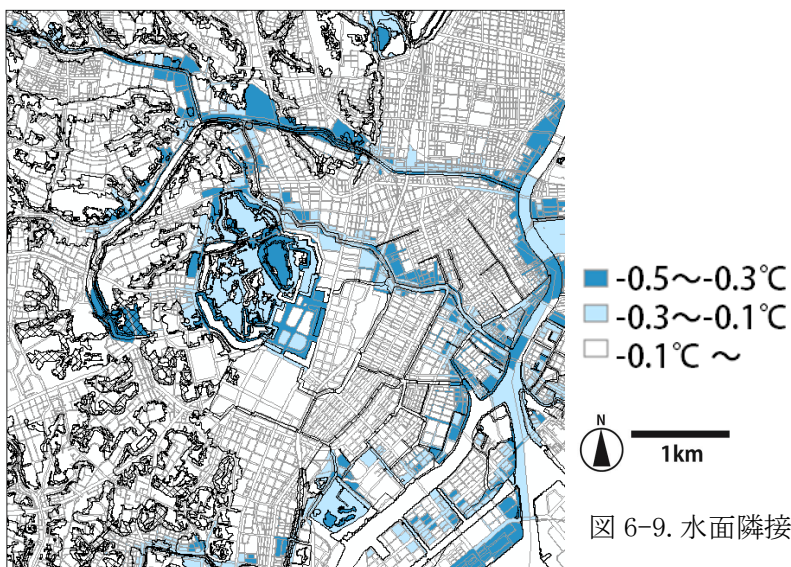


図 6-9. 水面隣接による気温低減効果

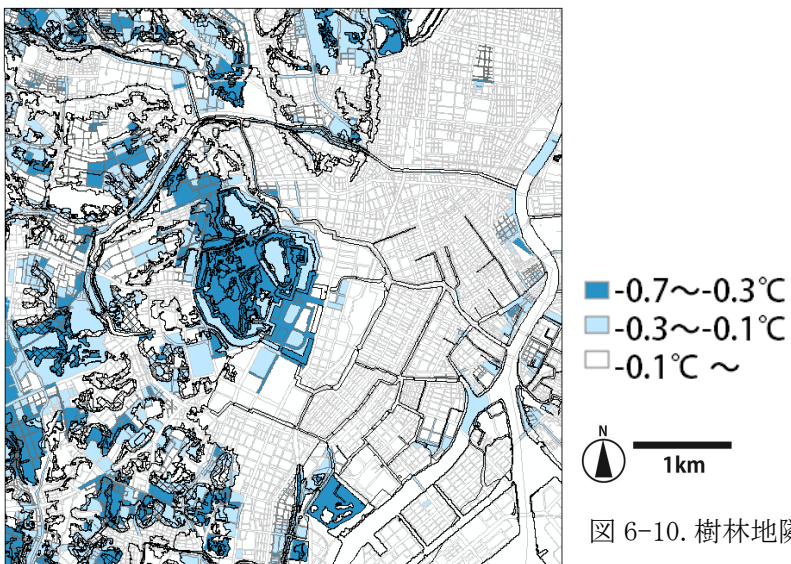


図 6-10. 樹林地隣接による気温低減効果

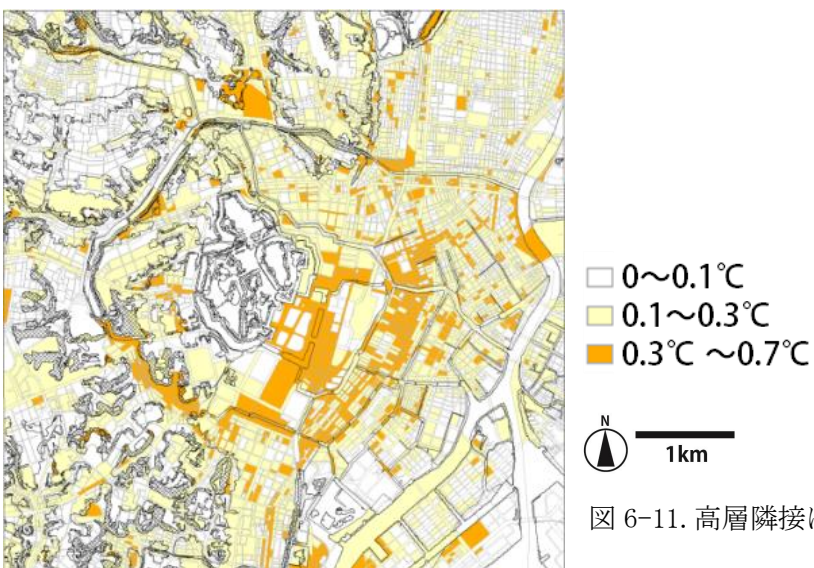
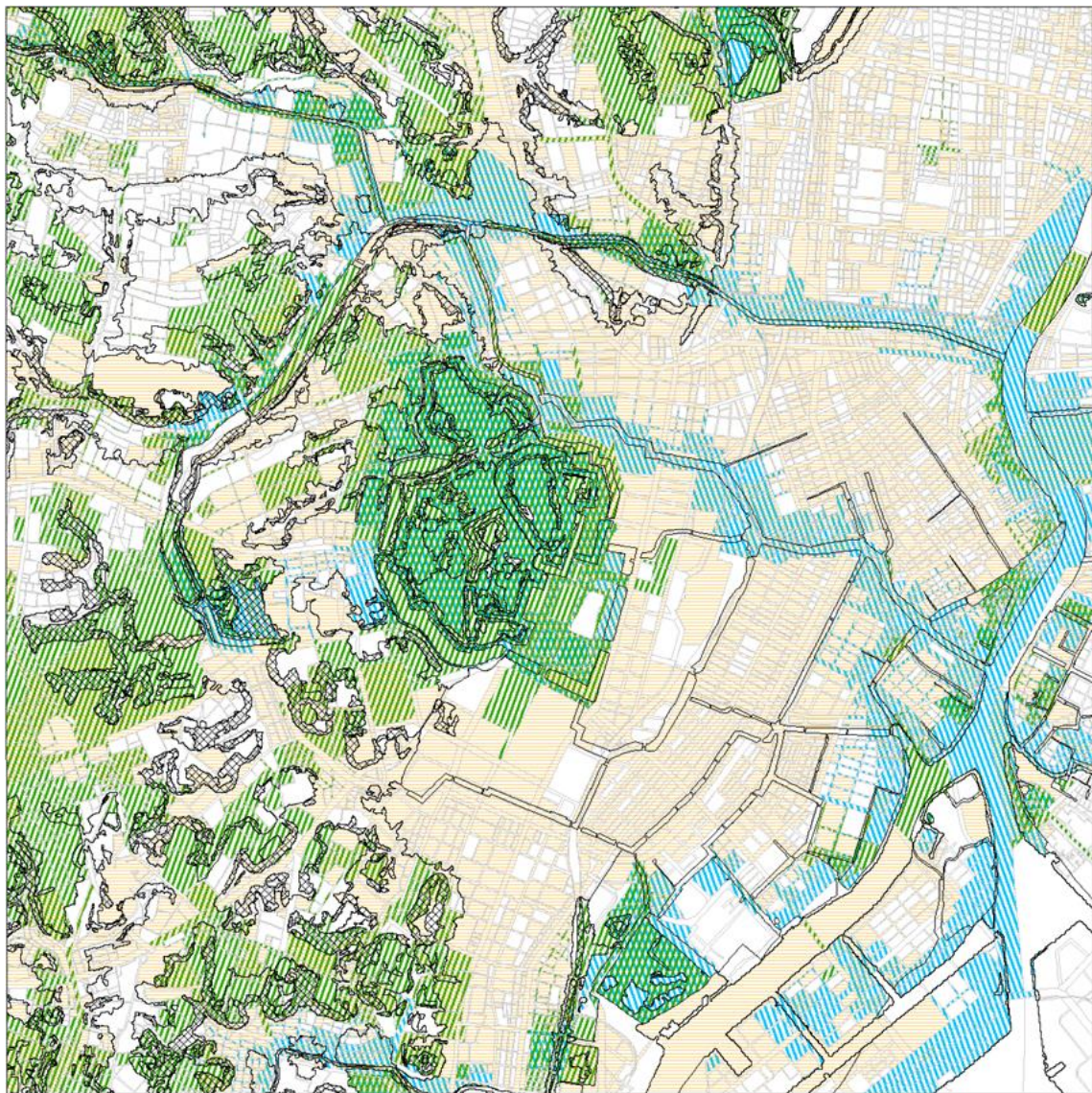


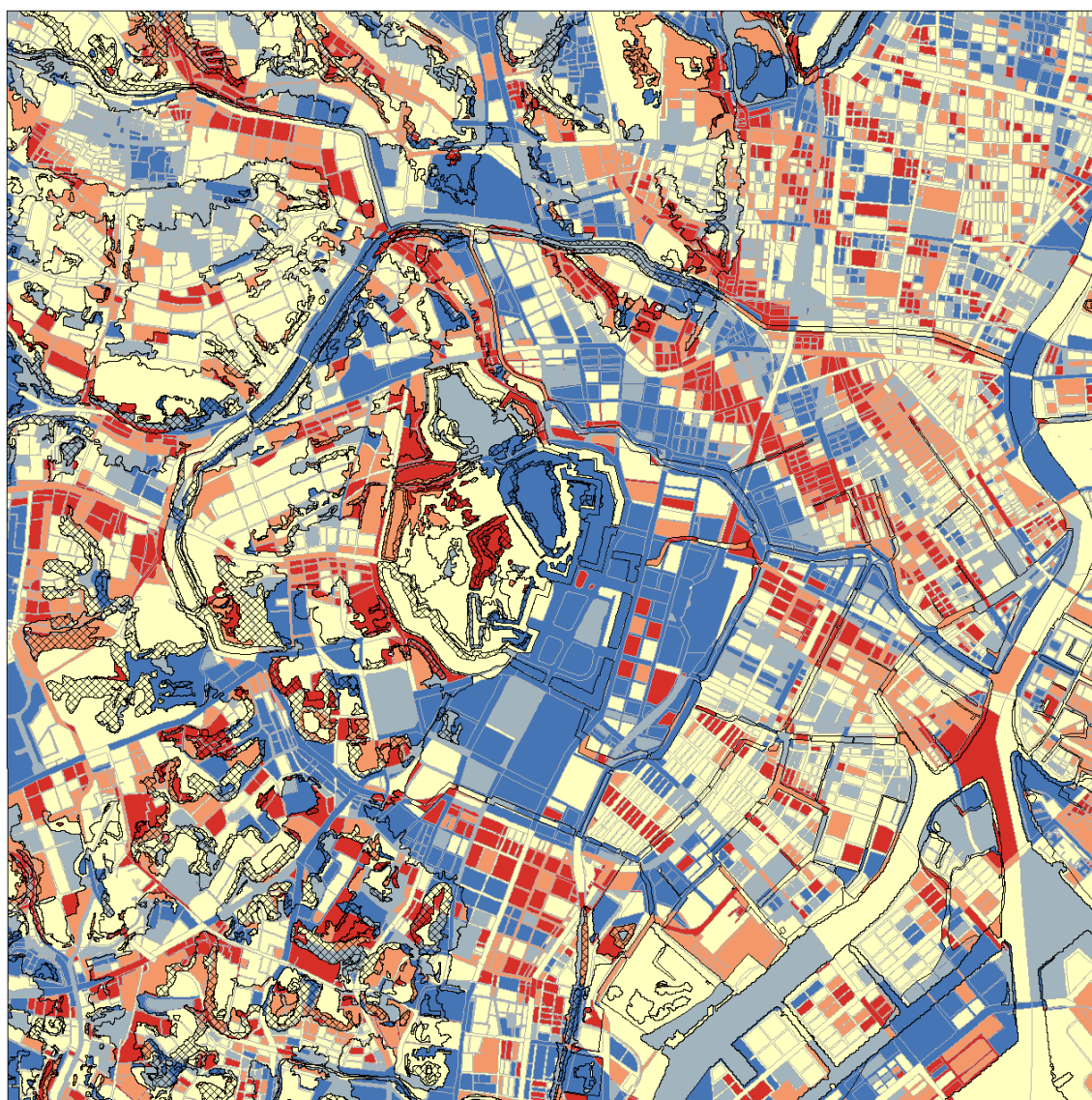
図 6-11. 高層隣接による気温上昇効果



▨ 隣接する水面より気温低下 ▨ 隣接する樹林地より気温低下 ▨ 隣接する高層より気温上昇

図 6-12. 隣接ユニットからの移流による評価図





- -1.8~-0.1 : 下降流で気温低減
- -0.1~-0.05°C : 下降流で気温低減
- -0.05~0.05°C : 変化なし
- 0.05~0.1°C : 上昇流で気温上昇
- 0.1~0.8°C : 上昇流で気温上昇



図 6-13. 上空との熱交換からの移流による評価図

6-3. 評価図を基にした都市環境計画の保全・修復・創造の指針図

6-3-1. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針図

次に、6-2 で設定した3つの要因に基づく評価図に対し、緑地の保全・修復・創造の指針図を作成する。まず、ランドスケープ・ユニット別の緑地の保全・修復の指針図を設定する。具体的には、明治16年と平成18年において、二時期の気温変化をもたらした要因に対し、保全・修復の指針を設定する。

(1) 気温変化なし・(2) 気温上昇小については、保全の指針を作成する。台地・崖線・谷地・低地上で樹林地が保全・創出され気温上昇が見られないユニットはコア（皇居や赤坂離宮、不忍池や浜離宮等の大規模緑地）として保全し、また低地・水路網・河川で水面が保全されたユニットは水面の保全を行う。崖線や台地の市街地内で樹林地が創出されたユニットも同様に保全を行う。超高層により気温上昇が抑制されたユニットは超高層付近の冷気の導入を行う。

一方、(3) 気温上昇中・(4) 気温上昇大に関しては、緑地修復の指針を作成する。崖線において、樹林地が失われたことにより気温上昇が顕著なタイプに対しては、明治初期より樹林地と結びつきの強い崖線の特質を踏まえ、樹林地の復元を行う。また、水路網や谷地の池等の埋め立てにより、顕著に気温が上昇したタイプは、可能な箇所は水面を再生し、不可能な場合は集中的な緑化を行う。また、埋立地に関しては、東京湾クールアイランド緑化により、集中的な緑化を行い、風下側への冷気の導入を図る。さらにその他の台地・谷地・低地上での建蔽率の増加により気温が顕著なユニットに対しては、ユニットの特性に応じて排熱抑制、屋上緑化、市街地内の樹林地復元等のメニューを設定する。

表 6-7. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針の設定

(1) 気温変化なしタイプ	平成ランドスケープ・ユニット		保全・修復の指針	(2) 気温上昇小タイプ	平成ランドスケープ・ユニット		保全・修復の指針
	台地	樹林地・草地	コアである樹林地の保全		市街地-樹林地・草地	市街地内の樹林地の保全	
崖線	樹林地・草地	コアである樹林地の保全	樹林地・草地	樹林地の保全			
谷地	樹林地・草地	コアである樹林地の保全	超高層	超高層付近の冷気導入			
低地	樹林地・草地	コアである樹林地の保全	市街地-樹林地・草地	樹林地の保全			
水路網	水面	水面の保全	超高層	超高層付近の冷気導入			
河川	水面	水面の保全	低地-中・高層	人工排熱抑制			
			超高層	超高層付近の冷気導入			
			水路網	樹林地・草地	樹林地の保全		
			埋立地	樹林地・草地	樹林地の保全		
			道路	-			

(3) 気温上昇中タイプ	平成ランドスケープ・ユニット		保全・修復の指針	(4) 気温上昇大タイプ	平成ランドスケープ・ユニット		保全・修復の指針
	台地	市街地-樹林地・草地	市街地内の樹林地の再生		台地	低・中層	低・中層の樹林地復元
	中・高層	中・高層の排熱抑制・屋上緑化	崖線	市街地	崖線上での樹林地の復元		
	低・中層	低・中層の樹林地復元		市街地-樹林地・草地	崖線上での樹林地の復元		
崖線	市街地-樹林地・草地	崖線上での樹林地の復元		中・高層	緑化(可能な箇所は水面再生)		
	市街地	崖線上での樹林地の復元	谷地	低・中層	緑化(可能な箇所は水面再生)		
	市街地-樹林地・草地	市街地内の樹林地の再生		市街地-樹林地・草地	緑化(可能な箇所は水面再生)		
	中・高層	中・高層の排熱抑制・屋上緑化	低地	低・中層	低・中層の樹林地復元		
	超高層	超高層付近の樹林地創出		埋立市街地	緑化(可能な箇所は水面再生)		
	低・中層	低・中層の樹林地復元	水路網	埋立地(道路)	緑化(可能な箇所は水面再生)		
低地	市街地-樹林地・草地	市街地内の樹林地の再生		樹林地・草地	緑化(可能な箇所は水面再生)		
	中・高層	中・高層の排熱抑制・屋上緑化		埋立地-超高層	東京湾クールアイランド緑化		
	低・中層	低・中層の樹林地復元		中・高層	東京湾クールアイランド緑化		
	道路	中・高層の排熱抑制・屋上緑化		低・中層	東京湾クールアイランド緑化		
				市街地-樹林地・草地	東京湾クールアイランド緑化		



- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ コア（大規模） □ コア（中規模） ■ コアである樹林地の保全 ■ 水面の保全 ■ 市街地内の樹林地の保全 ■ 超高層付近の冷気の導入 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 中・高層の排熱抑制・屋上緑化 ■ 低・中層の樹林地復元 ■ 市街地内の樹林地再生 ■ 超高層付近の樹林地創出 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 崖線上での樹林地の復元 ■ 水路網埋立地の緑化
(可能な場合は水面再生) ■ 谷地の緑化
(可能な場合は水面再生) ■ 東京湾クールアイランド緑化 |
|--|---|--|



図 6-14. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針図

6-3-2. ネットワーク型保全の指針図

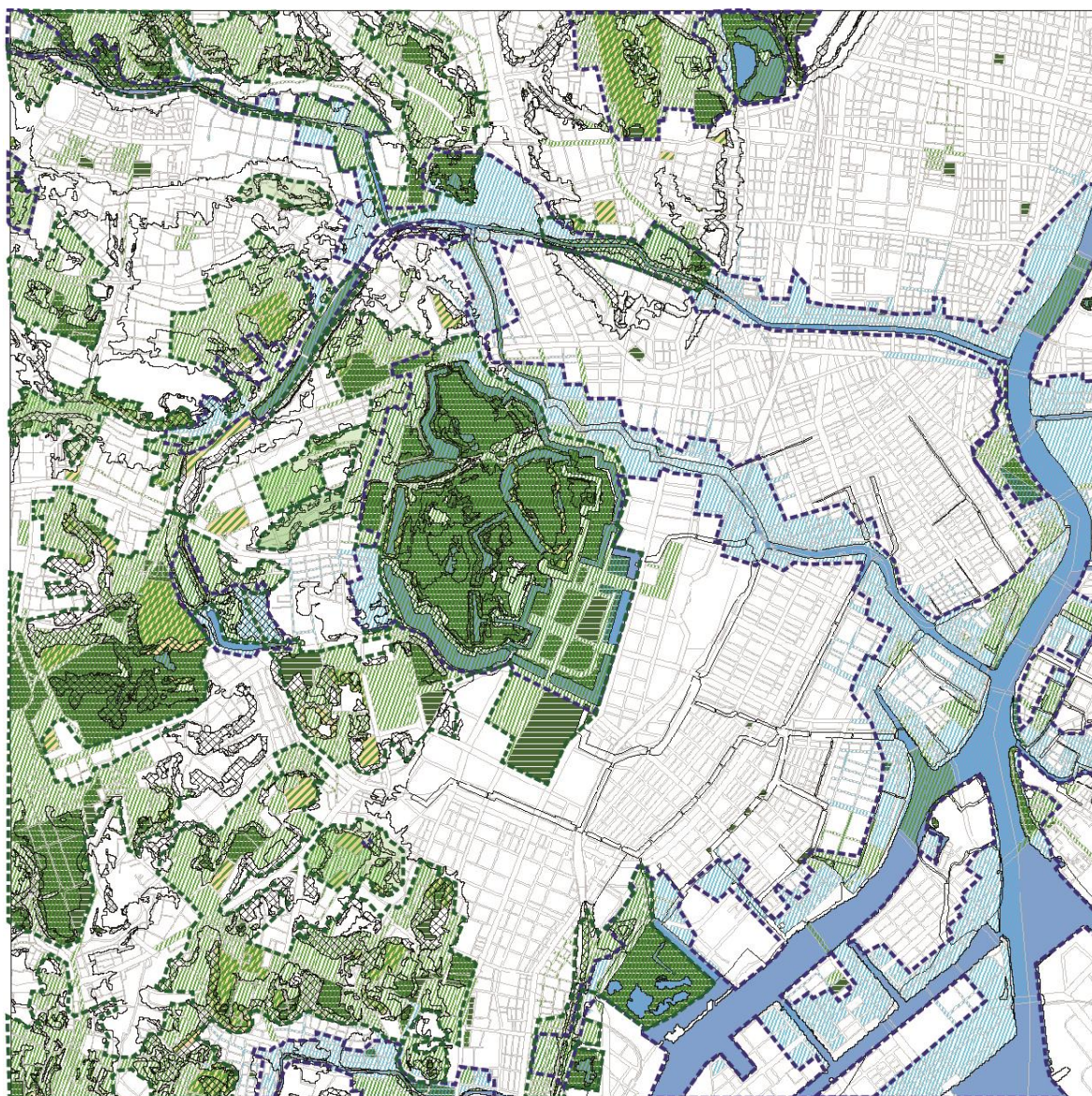
次に、2. 隣接ユニットからの移流効果を基に、隣接する樹林地・水面のユニット同士を一体的なものとして保全し、冷気の導入を促進するネットワーク型緑地保全の指針図を作成する。

まず、下町低地を見ると、ランドスケープ・ユニットにおいて、隅田川や日本橋川、外濠や水路網、低地の池等の水面が保全されてきたユニットが、隣接するユニットへも気温低減効果を有していることが算出された。そこで、そのような冷気の流入を後輩市街地へも導入するために、隣り合う水面と一体的に建物配置や緑地創出の指針図を設定し、水面保全・再生ゾーンとして設定する。

一方、山の手台地上を見ると、ランドスケープ・ユニットにおいて、コアとして保全・創出されてきた皇居や赤坂離宮、浜離宮や青山霊園等、また、崖線から台地にかけて多く存続する樹林地や、市街地内で樹林地が創出されたユニットは、隣接するユニットへも気温低減効果を有することが算出された。そこで、そのような冷気の流入を妨げないよう、隣り合う樹林地を一体的に保全し、後輩市街地への冷気導入を促進する樹林地保全・修復ゾーンを設定する。ゾーン内では、近代以降も保全・創出されてきた緑地に関しては、コア・コリドーとして保全を行い、隣接する市街地のユニットは、冷却源からの冷気取り込みを妨げないような建物配置、緑化に関する指針を設定する。このようにして、公共用地から民有地までの多様な土地所有形態に対し、熱・風環境保全を評価軸とし、一体的なものとして緑地を保全・創出する指針を設定する。

6-3-3. 立体的都市構造による創造の指針図

最後に3. 上空との熱交換の評価図を基に、立体的な都市構造による緑地の創造の指針図を設定する。超高層の相対的な配置によって生み出される強風軸の直下において、樹林地や緑地が存在することにより、ヒートアイランド分断効果を有することが明らかとなった。これを踏まえ、平成18年の現時点における下降流に対し、その直下で風の道緑地を設定する。これは、立体的な乱流構造と合わせて緑地やオープンスペースを連鎖させることにより、ヒートアイランドの緩和に資する風の道の創出を図るものである。例えば、日本橋川上空の風の道に対し、河川や河川沿いの緑地の再生を行うことにより、積極的に海風を取り込み、周辺市街地へ冷気を流入する、また、北の丸公園から靖国神社、さらには神田川流域の台地上と緑地を連鎖させることにより、ヒートアイランドを分断する等である。尚、本研究では、南東風のみの方角と検証を行ったが、今後は、さらに対象地の典型風である南風の条件下での検証も行い、常に下降流が生じやすい場所と、時間帯によって上昇流と下降流が変化しやすい場所の分類を行うことにより、更なる風の道の妥当性評価を行うことが課題である。



水面保全・再生ゾーン

隣り合う水面と一体的に
保全し、冷気の導入を促進する

■ 水面保全

■ 隣接する水面からの冷気を導入

樹林地保全・修復ゾーン

隣り合う樹林地と一体的に
保全し、冷気の導入を促進する

■ 樹林地・草地の保全

■ 市街地内の樹林地の保全

■ 隣接する樹林地からの冷気を導入

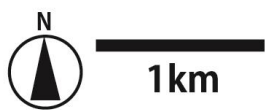
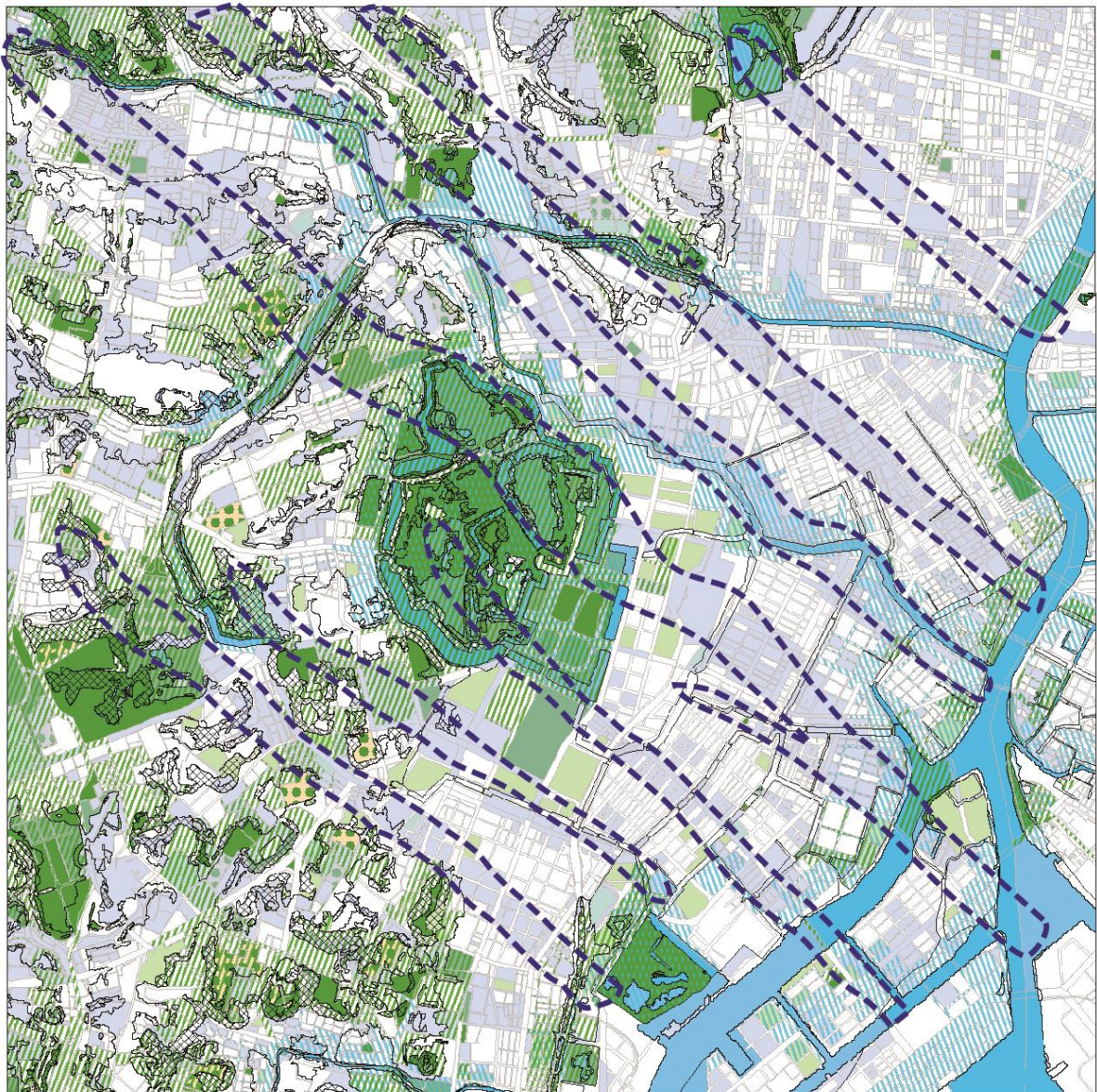


図 6-15. ネットワーク型緑地保全の指針図



創造  風の道緑地



保全  風の道の直下の水面の保全
 風の道の直下の緑地の保全



図 6-16. 立体的都市構造型緑地創造の指針図

6-4. 現行の都市緑地政策との比較分析による具体の施策の例示

最後に、現行の都市緑地政策との比較分析により、具体の施策の例示を行う。尚、本研究では、計画方法論の手法の構築に主眼を置くため、評価、指針図、さらに現行の都市緑地政策を踏まえた具体の施策への展開までを一つの方法論として提示することを目的としたものであり、本章でまとめるものは、一つの例としての提案である。本研究は昼間の30分、南東風として設定した場合の検証であり、今後は、異なる時間帯、風向による検証を行い、指針図を精緻化していく必要がある。

東京都心部における現行の都市緑地政策に関しては、近代以降、あらゆる計画制度が展開されてきた。近年、東京都都市整備局において作成された「緑確保の総合的な方針」は、特に減少傾向にある民有地の既存の緑やあらゆる都市空間への緑化等の課題に対し、都と区市町村が合同で、都市計画を基本としたまちづくりの取組の方向性を明らかにし、計画的に東京の緑を確保していくことを目的としたものである。よって、本研究での比較検証として適切であるとしてデータを用いた。「緑確保の総合的な方針」の中で、「既存の緑を守る方針」と、「緑のまちづくり指針」が定められている。このうち、特に「緑のまちづくり指針」（まちづくりの中で取り組む緑施策）は、まちづくりに合わせて今後10年間に目指す地域や緑のまちづくりの方向性を示し、あわせて緑に係るまちづくり事業や規制・誘導策をリストと1万分の1の図面に示すものである。緑に関する規制・誘導策のリストと図面の提示とし、方向性については、今後、「緑の基本計画」の改定状況を勘案して取りまとめている。「緑のまちづくり指針」の対象となる緑は、樹林地、草地、農地、宅地内の緑（屋上緑化等を含む）である。

データに関しては、各区のデータを一元的に都が取りまとめ、紙媒体において配布している。本研究では、「緑確保の総合的な方針図」のGISデータ化を行った上で、さらに、平成24年度東京都都市計画基礎調査データより都市計画公園・緑地・上地・地区計画・再開発地区計画・市街地再開発事業を収集し、データを一元化した上で、緑地保全に関する現行制度(図6-18)と緑地創出・再開発に関する現行制度(図6-19)の大きく二つに分類した。

これと、熱・風環境評価に基づく都市環境計画指針図との比較検証を行い、より具体の施策を例示する。

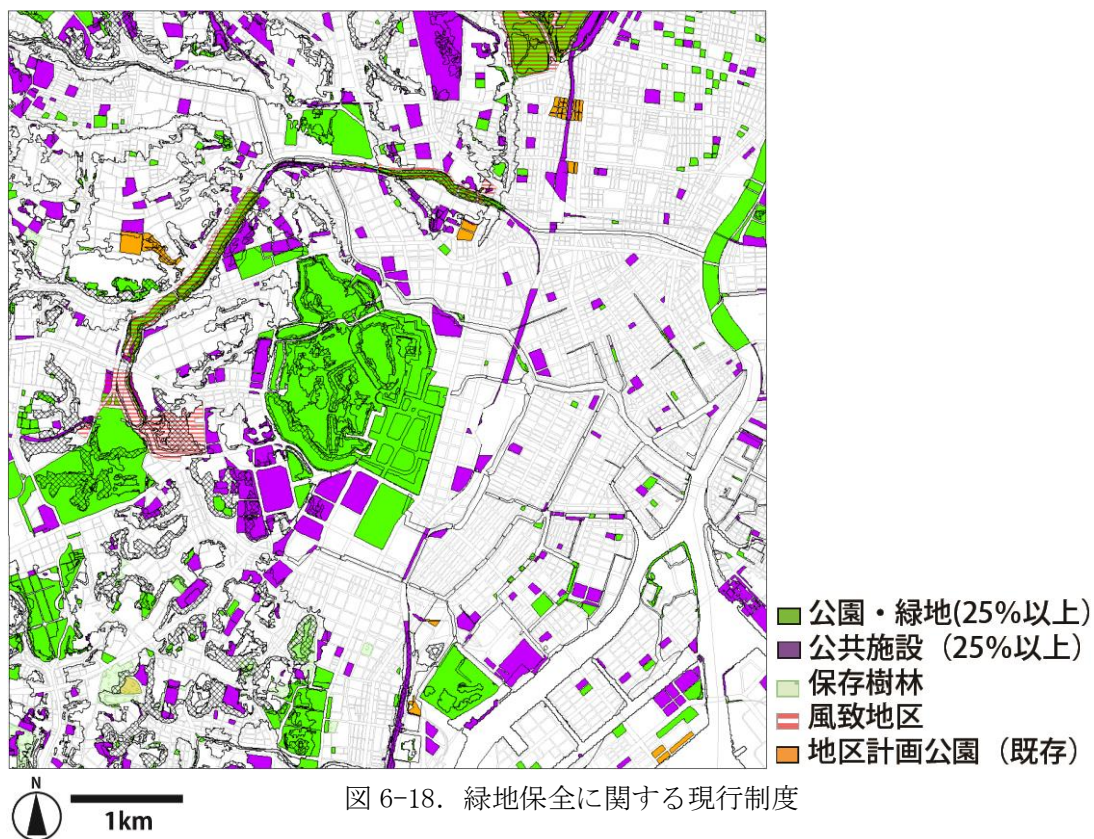


図 6-18. 緑地保全に関する現行制度

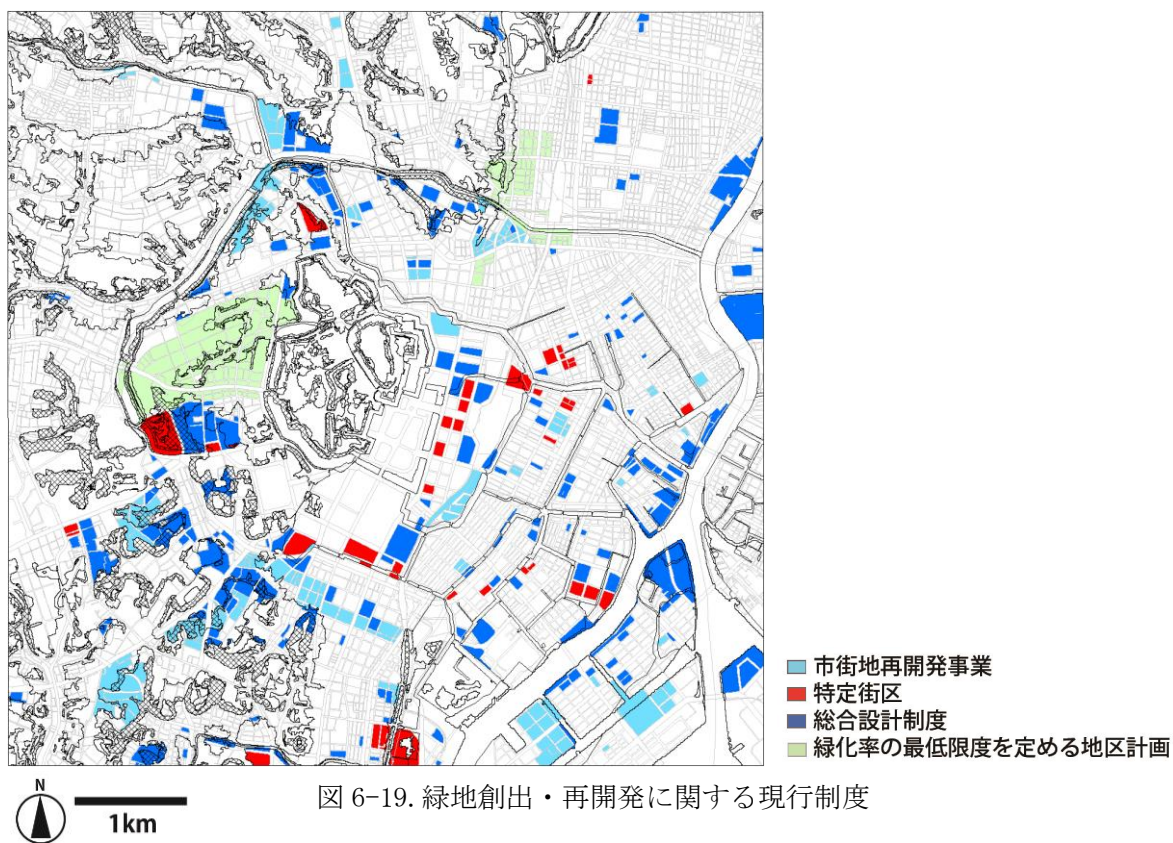


図 6-19. 緑地創出・再開発に関する現行制度

6-4-1. ランドスケープ・ユニット別指針図と緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析

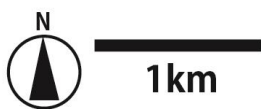
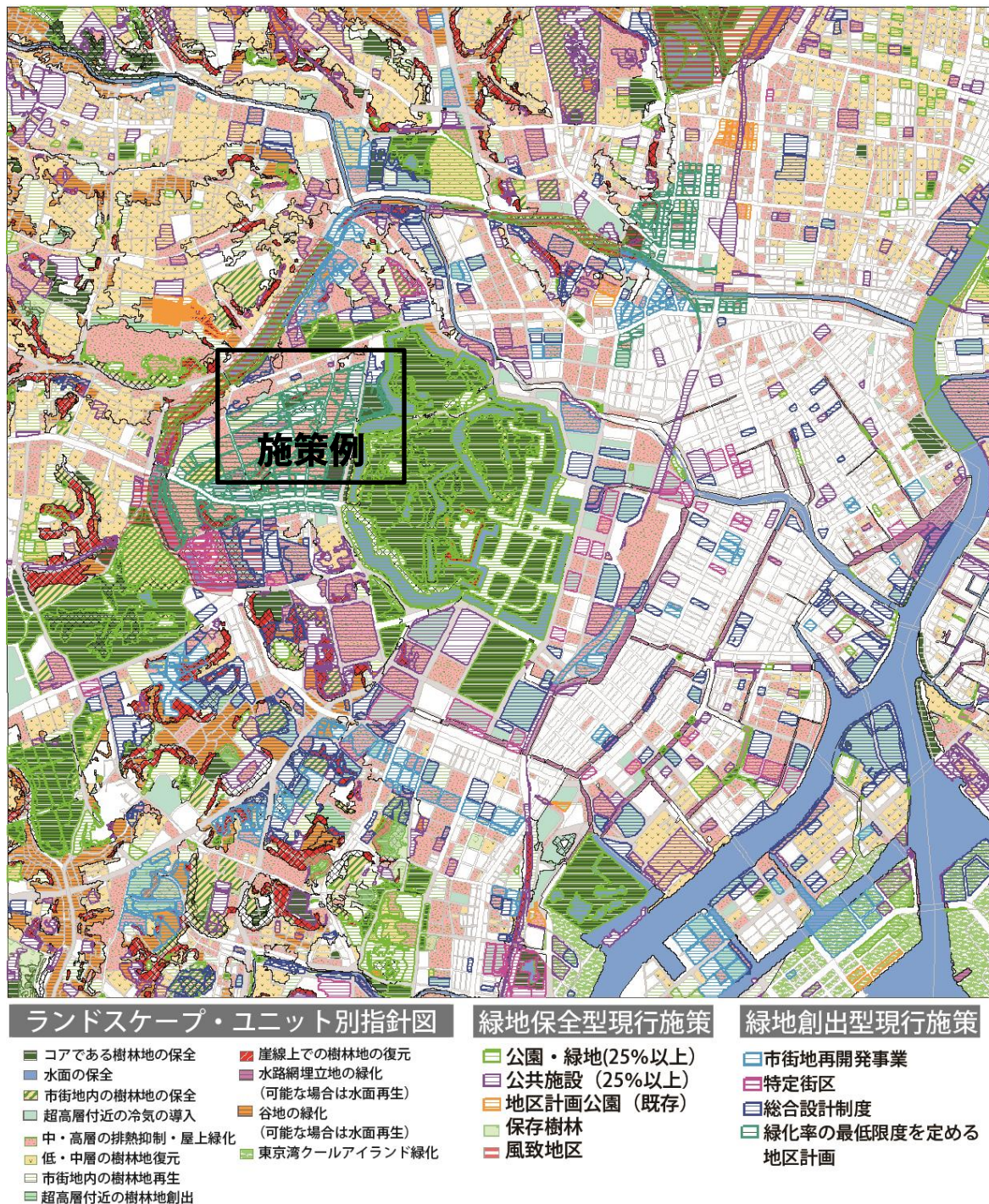


図 6-20. ランドスケープ・ユニット別指針図と緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析

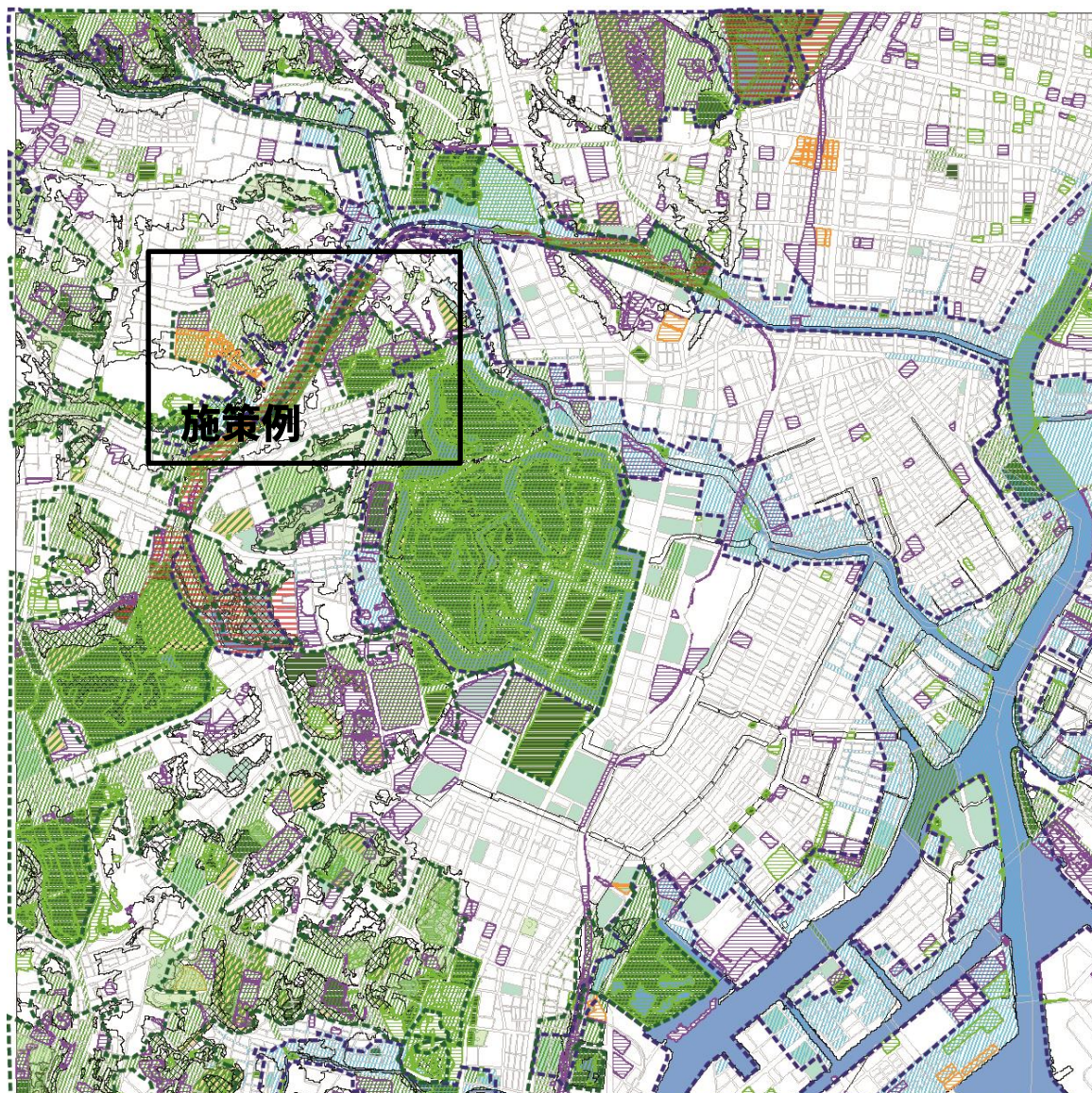
まず、ランドスケープ・ユニット別の指針図と、緑地保全・創出に関する現行政策の比較検証を行う。コアとして保全されてきた樹林地や水面は、都市計画公園や風致地区、保存樹林等の制度がかけられており、緑地保全に関する政策が熱・風環境の緩和に有効であったことがわかる。また近年千代田区等において、緑の実態調査に基づき、緑化率の最低限度を定める地区計画が導入されており、高層建築の屋上緑化や接道緑化に対する指針が設定されている。一方、崖線等の樹林地に関しては、現在特定の保全・創出に関する制度がかけられていないことがわかる(図 6-20)。そこで、本研究では、このような既存の施策を踏まえ、さらに、以下のような施策の展開を例示する。

- ・崖線上の緑地の再生が望まれる箇所において、集中的に緑化を行い、特に緑地創出（再開発）型現行施策が対応している場合は、超高層等の再開発に合わせ、積極的に足元部に斜面緑地を復元する。
- ・高層は屋上緑化、低中層は樹林地創出、市街地-樹林地は地上部の緑化等、緑化率の最低限度に関する地区計画等既存の制度を展開させる（図 6-21:市ヶ谷地区）。
- ・低地・谷地、水路網において、水面の埋立により気温上昇が顕著な箇所については、地域の実情と合わせて再開発等と連動させながら、集中的な緑化や可能な場合は水面の再生を行う（例えば、日本橋川、京橋川等では河川再生に向けた地域住民による運動が展開されている）。



図 6-21. ランドスケープ・ユニット別指針図に対する施策例：市ヶ谷

6-4-2. ネットワーク型指針図と緑地保全に関する現行制度の比較分析



ネットワーク型保全の指針図

- | | |
|---|--|
| <p>水面保全・再生ゾーン
隣り合う水面と一体的に
保全し、冷気の導入を促進する</p> <p>樹林地保全・修復ゾーン
隣り合う樹林地と一体的に
保全し、冷気の導入を促進する</p> | <p>■ 水面保全</p> <p>■ 隣接する水面からの冷気を導入</p> <p>■ 樹林地・草地の保全</p> <p>■ 市街地内の樹林地の保全</p> <p>■ 隣接する樹林地からの冷気を導入</p> |
|---|--|

緑地保全型現行施策

- 公園・緑地(25%以上)
- 公共施設 (25%以上)
- 地区計画公園 (既存)
- 保存樹林
- 風致地区

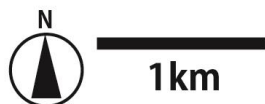


図 6-22. ネットワーク型指針図と緑地保全に関する現行制度の比較分析

次に、ネットワーク型指針図と、緑地保全に関する現行制度の比較分析を行った。結果、水面保全・再生ゾーンや樹林地保全・再生ゾーンは、風致地区や保存樹木・公園緑地等、緑地保全制度との対応関係が高い。さらに、保全・再生ゾーンである神田川や外濠、また溜池谷等の崖線・台地上には、現在、公益公共施設が多く分布している（図6-22）。そこで、本研究では、このような既存の施策を踏まえ、さらに、以下のような施策の展開を例示する。

- ・緑地の冷気を隣接する市街地内に導入するように、水面・樹林地保全・修復ゾーン内に位置する公園緑地・公共施設において、積極的に緑化や風を妨げない建物配置を行い後輩市街地へ冷気を導入する。（図6-23：外濠周辺部）

- ・冷気供給源から、公共的土地利用を通し、後輩市街地への緑化を行い、両者を熱・風環境の一体的な保全区域として整備する。

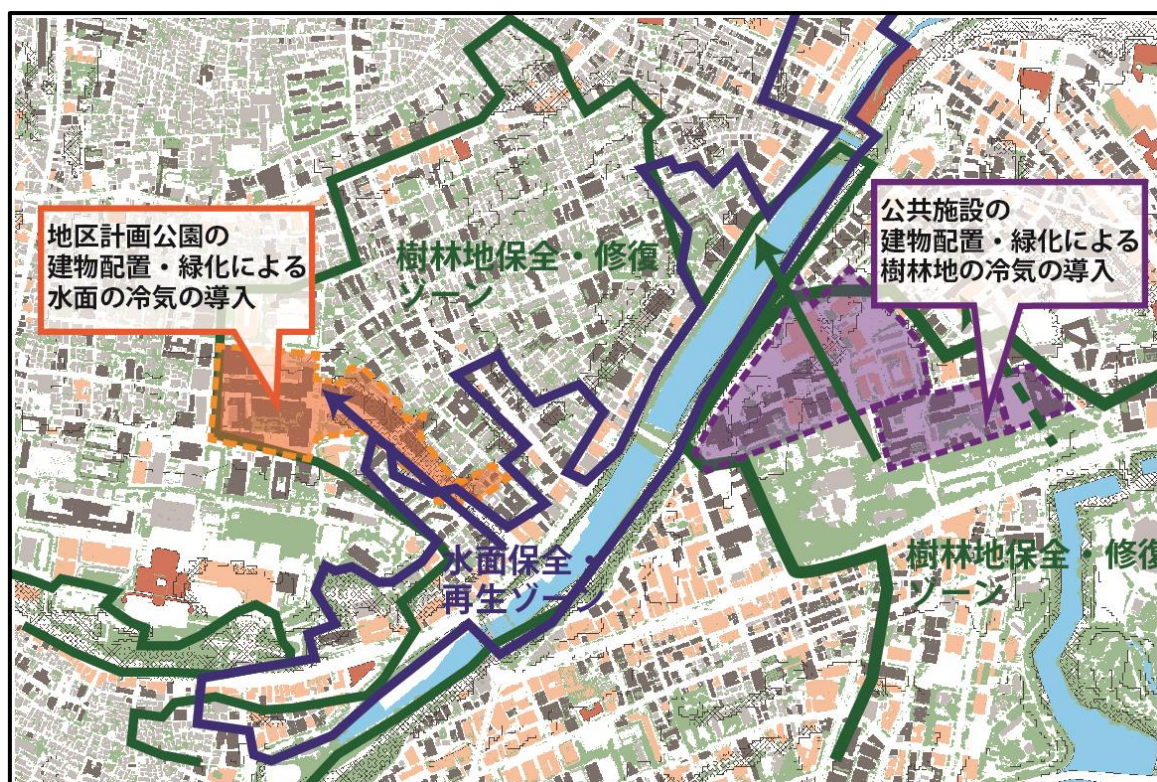


図6-23. ネットワーク指針図に対する施策例：外濠

6-4-3. 立体的都市構造による指針図と緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析

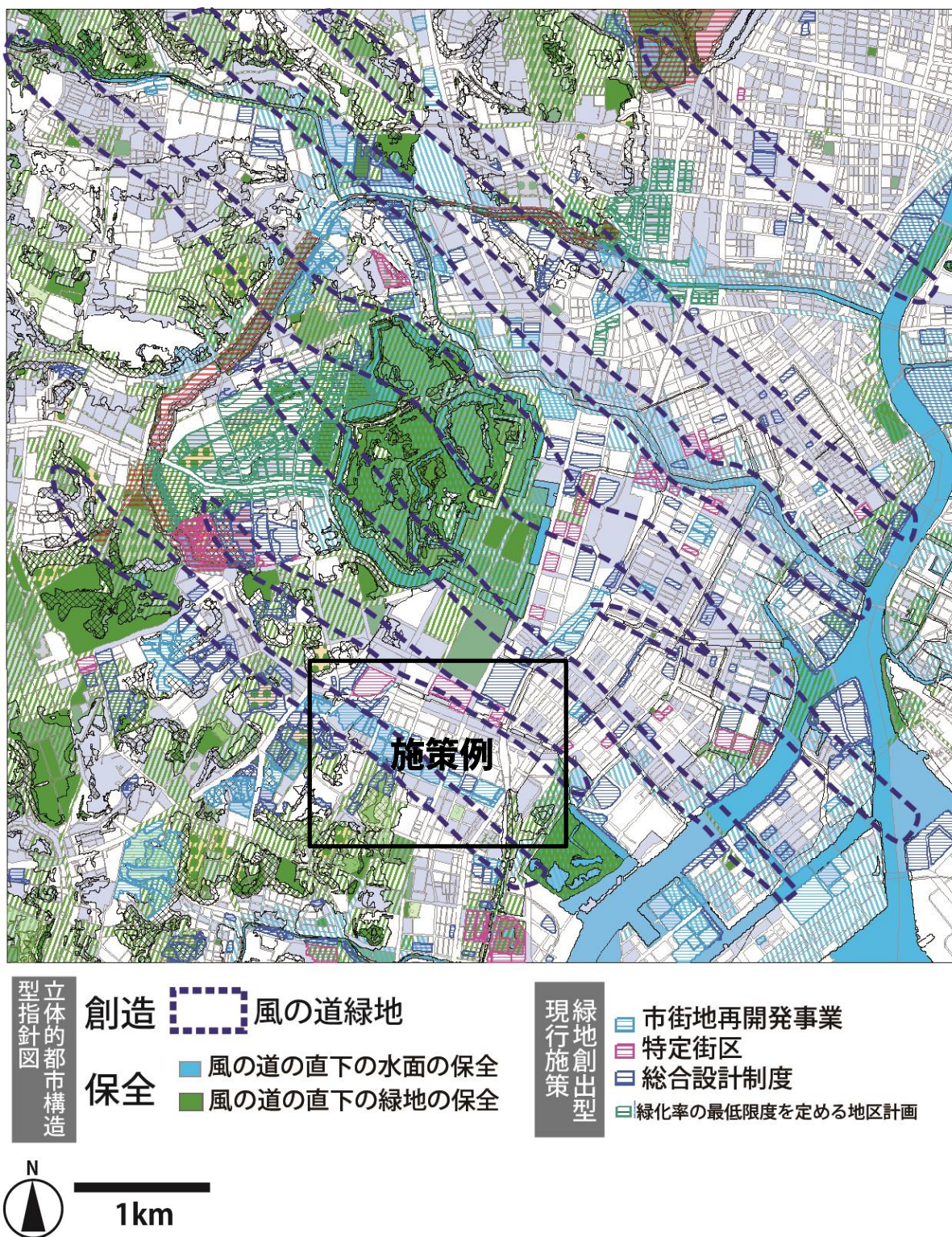


図 6-24. 立体的都市構造型指針図と緑地創出に関する現行制度の比較分析

最後に、立体的都市構造による指針図（創出・保全）と、緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析を行うと、既存の再開発の配置と弱風域（熱気流入）の相関が高く、その合間を縫うように、強風軸による気温低減効果が見られる。今後予定されている再開発計画においては、強風軸の直下で超高層建築が建設される計画がある（図 6-24）。

これらを踏まえ、施策例としては、

- ・ 下降流の直下には、空地・緑被地を設け、ヒートアイランドの分断を図る。
- ・ 下降流を阻害しない形で超高層建築を配置し、水面・崖線保全区域（崖線沿いの緑地や水路網沿い）上に公開空地制度を用いて緑地を創出し、下降流の導入と緑地による気温低減効果を合わせ相乗効果により周囲への冷気の導入を行う。例えば、環状二号線における再開発計画のイメージ図（図 6-25）のように、現状の強風軸の直下に緑地帯を設け、ヒートアイランド分断を図る。



図 6-25. 立体的都市構造に対する施策例：環状二号線再開発計画

6-5. 小括

本章は、マトリクス構造を基盤とする熱・風環境評価に基づく新たな都市環境計画論を提示した。まず、有意であったA～Cの要因を基に、「熱・風環境評価図」を設定した。A. ランドスケープ・ユニットに関しては、微地形上で土地被覆変化によってどのように気温差が生じたのかの要因を分析し、評価を行った。B. 隣接ユニットに関しては、平成18年において有意な指標である水面・樹林地・高層の隣接ユニットの気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。さらに、C. 上空との熱交換に関しては、平成18年高度40m、70mの鉛直流の気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。

次に、3つの評価図を重ね合わせ、都市環境計画の展開のための緑地の保全・修復・創造の指針図を作成した。具体的には、ランドスケープ・ユニット別、ネットワーク型、立体的都市構造型の三枚の指針図を作成した。ランドスケープ・ユニット別指針図については、二時期より顕著に気温が上昇しているユニットに対し、ユニット別、要因別に緑地の修復に関する指針を設定した。ネットワーク型指針図については、コア（大規模公園等）やネットワーク（崖線上の樹林地や水路網の水面）として保全・創出されてきた緑地が、自身のユニット内の気温上昇抑制効果と、隣接ユニットへの気温低減効果を持つことに着目し、隣接ユニットの冷気の流入を妨げない一体的な保全政策や、崖線・水路網で消失した樹林地・水面の再生に関する指針を設定した。立体的都市構造型指針図に関しては、大規模な下降流の直下において、緑地が存在することで気温低減効果が顕著であることに着目し、下降流の直下での緑地の創造に関する指針を設定した。

最後に、指針図と、現行の都市緑地施策（緑地保全、緑地創出）との比較分析を行い、より具体の施策への展開を例示した。

尚、本研究は昼間の30分、南東風における検証であるため、今後はユニット別に評価を行う本研究の手法を用いて、異なる時間帯、風向による検証を行い、指針図を精緻化していく必要がある。

第7章 結論と考察

7-1. 各章の要点

大都市圏都心部では、近年ヒートアイランド現象による熱環境の悪化が顕在化している。この問題の解決にあたっては、微地形や都市を構成する建物や緑地等のマトリクス（基質）構造が、熱・風環境に与える影響に対する有効なデータベースの構築、評価手法の開発、科学的知見に基づく計画方法論が必要である。本論文は、東京都心部を対象に、明治初期と現代の都市基盤の詳細なデータベースの構築にもとづき、ランドスケープのマトリクス構造の変遷を分析するとともに、広範囲高解像度での熱・風環境の分析を行うことにより、生態環境と物的環境の双方の評価にもとづく都市環境計画の方法論を構築したものである。各章の要点を、以下にまとめる。

●第1章 研究の背景と目的

研究の理論的枠組みとして、大都市圏都心部におけるヒートアイランド現象の背景を踏まえ、マトリクス構造を基盤とした研究の目的、および研究の手法を示した。加えて、大都市圏都心部におけるヒートアイランド研究をレビューし、既往研究では、広域・街区スケールでの気象現象の解明と対策に蓄積があるが、都市スケールでの実態解明と環境計画の視点からの研究はほとんど存在せず、その点に本研究の独自性があることを示した。

●第2章 明治初期・現代のデータ整備

明治初期・現代の二時期におけるデータベースの構築を行った。明治初期については、正確な投影法を用いている最初期の図面であり、手描きにより建物や樹木が表現されている明治16年陸軍参謀本部測量図のArcGIS上でデジタルデータ化を行った。図面内で見られた建物について、約7万棟のデータ化を行い、階高を与えた。緑地は、緑地・農地に関して図面中に見られた凡例ごとにデータ化を行い、現代の凡例と整合性を取るよう再分類を行った。現代は、平成18年東京都都市計画基礎調査より土地利用・建物現況、現存植生図より樹林地に関してデータ整備を行い、建物用途別、道路種類別に建物階高、人工排熱を設定した。

●第3章 東京都心部におけるマトリクス構造の分析

東京都心部において江戸期から現代にかけて、微地形が土地被覆（建物・緑地）を規定してきたことに着目し、微地形とその上部に展開する土地被覆の組み合わせをマトリクス構造として捉える枠組みを提示し、計画原単位を設定した。次に、微地形分類と、土地被覆分類を行い、その組み合わせの主要タイプをランドスケープ・ユニットとして設定した。微地形分類に関しては、地上開度・標高に応じて7分類し、土地被覆分類に関しては、微地形分類と道路分類を合わせた単位内において、建物の高さ別面積占有率と、緑地の種類別面積占有率を算出したのち、主成分分析、クラスタ分類を行い、二時期それぞれについて

て7分類を行った。また、微地形分類と土地被覆分類を合わせた主要タイプに関しては、特化度を算出し、特に関係の強いタイプを抽出した。

その結果、明治16年では、崖線-樹林地や谷地・水路網-水面など、土地被覆が自然立地の特性に規定されていた、平成18年では、全域で高密度化・高層化が進むなかでも、崖線・水路網上の緑地は一部存続し、一方台地・谷地・低地上では、近代以降に整備された箇所で大規模に樹林地が増加していた、等の事実が明らかとなった。以上より、微地形によって規定されてきた土地被覆が、近代化以降に変容した過程が定量的・即地的に解明された。

●第4章 熱・風環境の変化分析

共同研究者である（独）海洋研究開発機構の地球シミュレータを活用し、広範囲高解像度の熱・風シミュレーションを実施するとともに、上空部と地上付近の熱交換関係の変化を明らかとした。海洋研究開発機構との共同研究により、地球シミュレータを活用し、同一気象・地形条件下での、二時期の土地被覆の変化が熱・風環境にもたらす影響を解析した。用いたモデルであるMSSGモデルは、地形に沿った流れと建物周りの流れを同時に扱うことができる。よって、本研究においての目的に適うものとして用いた。解析日時は典型的なヒートアイランド日を設定し、南東の風が卓越する夏季の昼間15時から30分とし、解析範囲は7.5km四方かつ高度400m、解像度は5mとし、GrADSを用いて解析を行った。まず、高度別の気温・風速分布を分析した結果、高度100m以上では水平方向の海風が卓越する一方、高度50m以下では、微地形と建物の分布により細かく気温・風速が規定され、その中間の高度50~100mが、熱交換が活発な高度であった。よって高度50~100mの風速を分析すると、明治16年では、下町低地全体では細かな渦構造が見られる一方、山の手台地にかけては谷筋に応じ水平方向の強風化した箇所では下降流が生じ上空の冷気を地上付近に導入していたこと、平成18年では、超高層建築の分布に応じ、風下側では弱風域が、その合間に幅数100mの強風軸がストライプ状に分布し、強風軸の直下では上空の冷気の地上付近への導入が見られたこと、特に強風軸の直下の大規模な樹林地は、ヒートアイランド分断効果をもつこと、等が明らかとなった。

●第5章 マトリクス構造と熱・風環境変化の相関分析

二時期の地上付近の気温変化を規定する要因を、A. ランドスケープ・ユニット、B. 隣接ユニットからの移流、C. 上空との熱交換による移流の三点から明らかとした。まず、A. ランドスケープ・ユニットに関しては、明治16年では、微地形分類と、土地被覆分類による指標は、地上付近の気温・風速の分布に有意であることが分かった。一方、平成18年では、微地形分類（地上開度）、土地被覆（建蔽率・超高層・高層・樹林地・水面）が有意であったが、標高は有意でなく、また微地形分類による影響よりも超高層や高層による風速の説明力が高いことが明らかとなった。

一方、ランドスケープ・ユニットが水面に隣接する箇所や、強風軸の直下に位置する箇所

では、気温低下が顕著な箇所が見られた。特に、緑地として残された箇所では、一部下降流の創出により、明治初期よりも現代の方が気温低下しているユニットも見られた。そこで、ユニット外部からの移流効果による指標を設定し、回帰分析を行った。まず水平方向からの移流としてB. 隣接ユニットに関して、風上側のユニットの土地被覆面積占有率を風下側のユニットに指標として与え、回帰分析を行った。結果、明治16年は、水面・建蔽率が、平成18年は、樹林地・水面・草地・高層が有意であった。次に、垂直方向からの移流としてC. 上空との熱交換に関して、高度40m,70mの鉛直流の面積占有率を指標として与え回帰分析を行った結果、二時期ともに下降流は有意に気温低減効果を有することが明らかとなった。このように、三つのユニット内外からの指標の有意性が示されたが、このうち、A. ランドスケープ・ユニットの指標である微地形分類・土地被覆分類が最も説明力が高かった。これらより、微地形—土地被覆分類を合わせたマトリクス構造は、東京都心部固有の都市形成の観点を踏まえ、広域的観点からの三次元的変化による海風との対応関係と内部の質（建築・緑地環境）による微細な気象との影響を相互に分析する上での、基礎的単位と成り得ると考えられる。

●第6章 都市環境計画

マトリクス構造を基盤とする熱・風環境評価に基づく新たな都市環境計画論を提示した。まず、有意であったA～Cの要因を基に、熱・風環境評価図を設定した。A. ランドスケープ・ユニットに関しては、微地形上で土地被覆変化によってどのように気温差が生じたのかの要因を分析し、評価を行った。B. 隣接ユニットに関しては、平成18年において有意な指標である水面・樹林地・高層の隣接ユニットの気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。さらに、C. 上空との熱交換に関しては、平成18年高度40m、70mの鉛直流の気温上昇・低減効果を回帰式により算出し、評価を行った。次に、3つの評価図を基に、都市環境計画の展開のための緑地の保全・修復・創造の指針図を作成した。具体的には、ランドスケープ・ユニット別、ネットワーク型、立体的都市構造型の三枚の指針図を作成した。ランドスケープ・ユニット型指針図については、二時期より顕著に気温が上昇しているユニットに対し、ユニット別、要因別に緑地の修復に関する指針を設定した。ネットワーク型指針図については、コア（大規模公園等）やネットワーク（崖線上の樹林地や水路網の水面）として緑地が保全・創出されてきたユニットが、ユニット内部の気温上昇抑制効果と、隣接ユニットへの気温低減効果を持つことに着目し、冷気の流入を妨げない一体的な保全政策や、崖線・水路網で消失した樹林地・水面の再生に関する指針を設定した。立体的都市構造型指針図に関しては、大規模な下降流の直下において、緑地が存在することで気温低減効果が顕著であることに着目し、下降流の直下での緑地の創造に関する指針を設定した。最後に、指針図と、緑地の保全・創出に関する現行の都市緑地施策との比較分析を行い、より具体の施策への展開を例示した。

7-2. 研究の成果

以上、本研究は、ヒートアイランド現象の緩和に資する熱・風環境評価を踏まえた都市環境計画を構築するために、本研究では分析の枠組みとして東京都心部のマトリクス構造の特質を解明し、上空から地上付近までの都市気象の階層性を踏まえながら、計画原単位としての有効性を検証した。そして、熱・風環境評価を踏まえた都市環境計画への展開を体系的に論じた。得られた成果としては、大きくまとめると以下の3点である。

(1) 分析の枠組みの設定

マトリクス構造の分析を行い、時間軸（明治、平成）と微地形・道路・土地被覆を類型化し、ランドスケープ・ユニットを抽出した。明治初期の詳細データ整備や、東京都心部固有の都市形成の観点を踏まえ、これまでにない微地形—土地被覆分類を合わせたマトリクス構造の特質を解明した。

(2) 計画原単位の設定

熱・風環境の分析に基づき、ランドスケープ・ユニットの計画原単位としての有効性を検証した。シミュレーション解析により広域的観点からの三次元的変化による海風との対応関係と内部の質（建築・緑地環境）による微細な気象との影響を相互に分析する上で、計画原単位が有効であることが明らかとなった。

(3) 計画方法論の構築

ランドスケープ・ユニットを基に、熱・風環境評価に基づく都市環境計画における緑地の保全、修復、創造の指針図を作成し、都市環境計画方法論の構築を行った。上空から地上付近までの都市気象の階層性を踏まえながら、環境計画への展開を体系的に論じた。

7-3. 今後の課題

(1) マトリクス計画論の展開

本研究では、東京都心部において、微地形が土地被覆を規定してきたことに着目し、両者を合わせた主要タイプを設定し、その環境計画における原単位としての有効性を検証した。また、現代に対し、微地形に即した土地利用がなされていた明治16年を比較対象とすることにより、上空と地上との熱交換の変化、地上付近の気温を規定する微地形と土地被覆の関係性の変化の両面からマトリクス構造の特質を分析し、計画論へと展開を行った。このように、熱・風環境における原単位の有効性が示されたが、今後は、微地形と土地被覆によるマトリクス構造の、さらなる環境要因（生物多様性、文化的集積、内水氾濫等の災害等）との相関分析による知見を重ね、計画単位としての精緻化を行う必要がある。

(2) 気象シミュレーションの初期条件の比較検証

本研究においては、東京湾岸に位置することから、海風の導入（上空と地上付近の熱交換）を評価するため、大気不安定条件である夏季の昼間の南東風に着目し、評価を行った。しかし、異なる気象条件（冬季や夜間等の時間帯の変化、異なった風向、分散）下での評価を行い、さらにユニットでの平均のみでなく分散を捉えた議論へと展開し、環境評価の議論を精緻化する必要がある。また、本研究では現代と明治初期間の都市化による熱・風環境の変化（ヒートアイランド化）を検証するため、二時期の気象条件は同一のものとして設定したが、今後は、温暖化シナリオ等の初期値の変化に対して、メソスケールモデルとの連携を行いながら、頑健性を検証する必要がある。

(3) 解析結果の精度検証

本研究では、実測では不可能な上空と地上部との熱交換を検証するため、数値シミュレーション（海洋研究開発機構との共同研究において、MSSGモデルを活用）を用いたが、解析結果の実測値との比較による精度検証を行う必要がある。例えば、汐留地区や、大手町では、実測調査による知見が蓄積されている。これら解析結果との比較を統計的に行うことにより、精度検証を行う必要がある。さらに、本研究では、解析結果の評価より、計画の指針図を構築した。今後は、将来シナリオを設定した上で、数値シミュレーションによるシナリオの比較検証を行い、指針図の妥当性を評価することが課題である。

(4) 都市環境計画方法論としての体系化

都市環境計画論へと展開する上で、既存の都市計画・緑地計画に関する体系と、東京都心部での展開を明確化した上で、本研究での成果である熱・風環境の評価図、評価図をもとにした指針図、現行都市施策との比較検証による施策の方針図について、計画体系との位置づけを明確にする必要がある。本研究では、熱・風環境を基に指針図を設定したが、今後は、生物多様性、文化的集積、内水氾濫などの都市型災害等に対しての、環境計画に対する指針図等と合わせ、さらには、異なる社会・経済面での評価とも合わせた上での、施策の方針図へとつなげることにより、都市計画論への展開を図る必要がある。

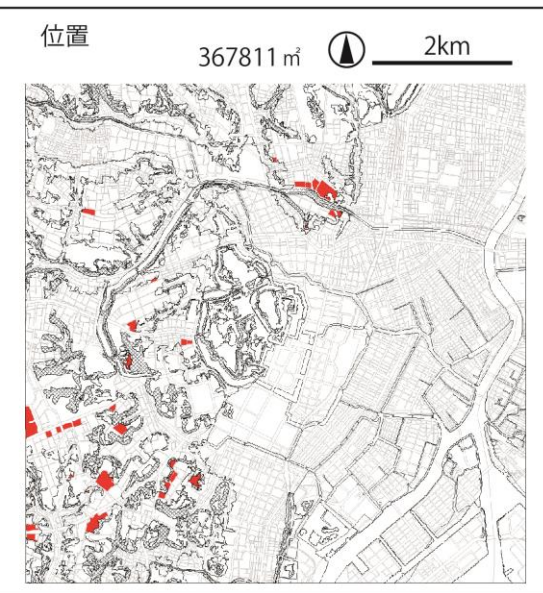
データシート

平成 18 年ランドスケープ・ユニット

データシート

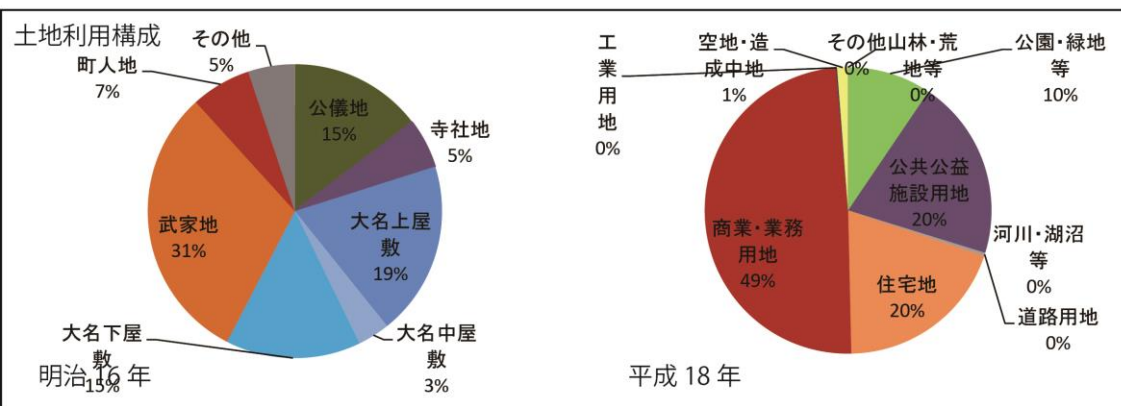
ランドスケープ・ユニット名
台地—超高層タイプ

微地形	台地	
土地被覆	建築	超高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.9	37.1	33.9	2.01	5.09	0.16	29.9

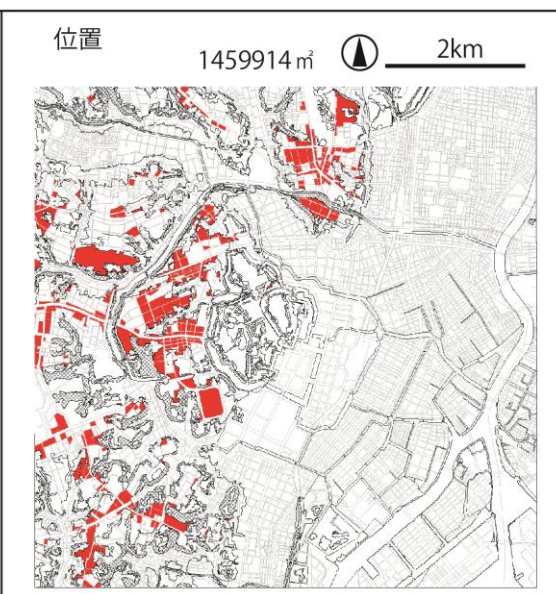


特徴

- ・台地の大名屋敷・武家地であった大街区が近代以降の再開発において超高層ビルが建設されたタイプ。一部公益公共施設、商業施設と転用した。
- ・平均気温は 34.9℃と低いが、最大風速が 5.1 m/s と非常に高い。

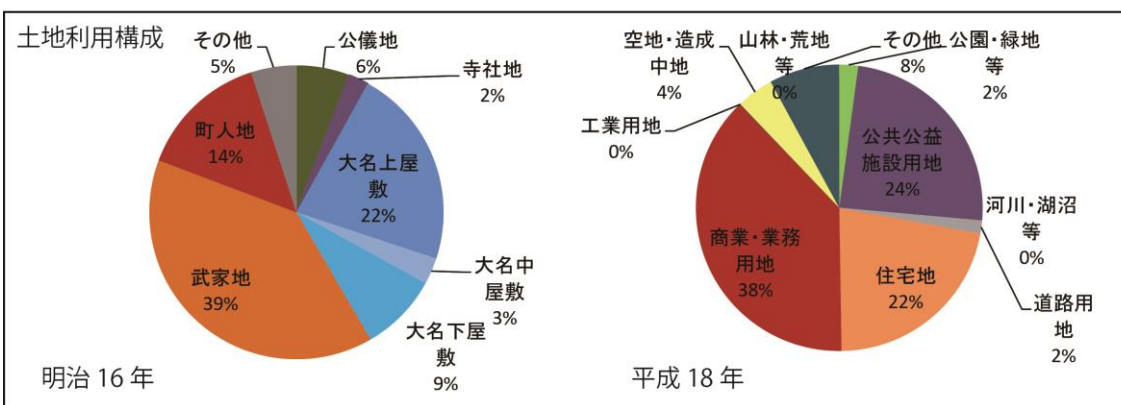
ランドスケープ・ユニット名 台地—中・高層タイプ
--

微地形	台地	
土地被覆	建築	中・高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.8	37.8	34.5	1.19	3.11	0.18	30.5

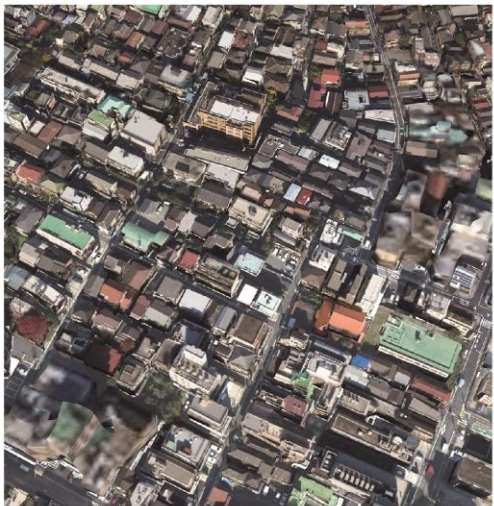

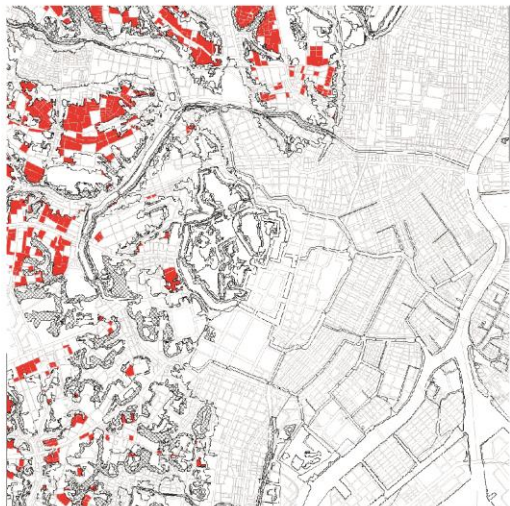


特徴

- ・台地上の武家地であった街区が、商業・住宅地として高層ビル群に転用したタイプ。幹線道路沿いに多く分布。
- ・平均気温は 36℃弱であり、平均風速が 1.2m/s と明治 16 年に比べ弱風化。

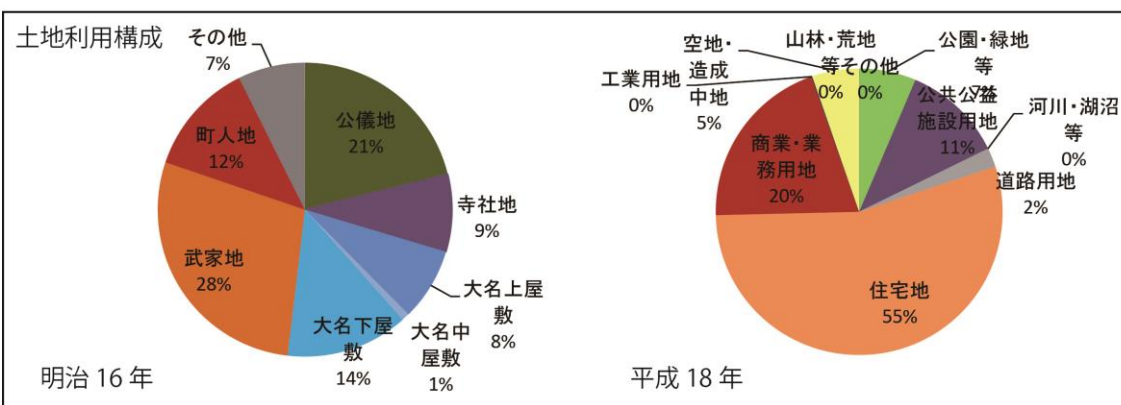
ランドスケープ・ユニット名 台地—低中層タイプ

微地形	台地	
土地被覆	建築	低中層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし

航空写真 	位置 1889871 m ²  2km 
--	---

地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
36.0	37.8	34.7	0.89	2.36	0.16	30.6


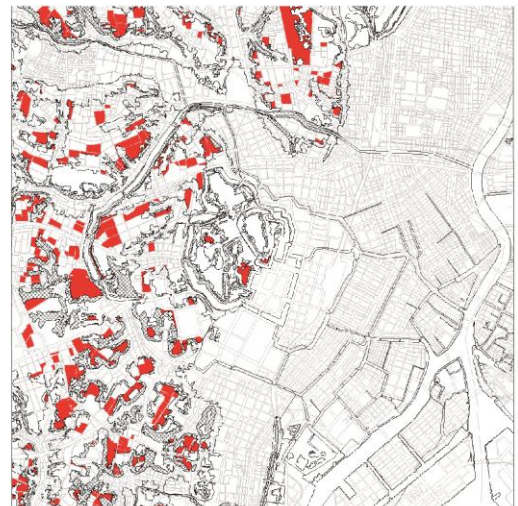


特徴

- 江戸期に台地上の武家地であった街区が、近代化以降、住宅地として開発され低層・中層の建物が分布するタイプ。
- 平均気温は 36℃ と高く、平均風速は 0.9m/s 強と低いため、対策が必要である。

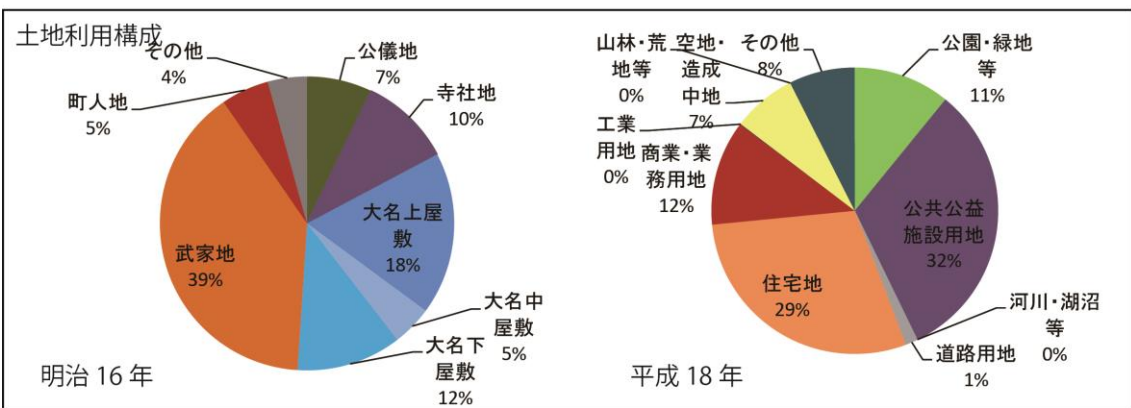
ランドスケープ・ユニット名
台地—市街地—樹林地・草地タイプ

微地形	台地	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし

<p>航空写真</p> 	<p>位置</p> <p>2339218 m²  2km</p> 
--	--

地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.1	37.3	34.0	1.37	3.52	0.16	30.1






特徴

- ・ 台地上の武家地であった街区が、まとまった樹林地を有する市街地や公共施設、公園へと変化したタイプ。
- ・ 平均気温は 35℃と低く、平均風速は 1.4m/s と心地よい環境。

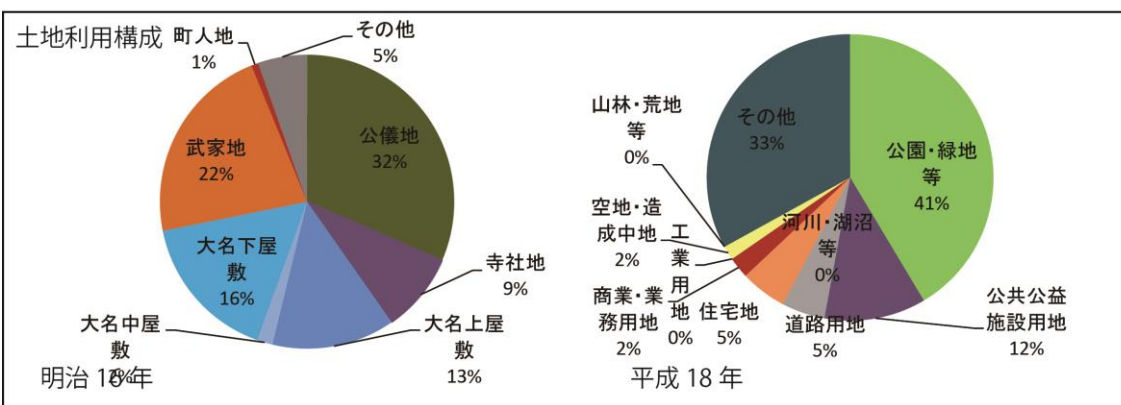
ランドスケープ・ユニット名
台地—樹林地・草地タイプ

微地形	台地	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし

<p>航空写真</p> 	<p>位置</p> <p>1049810㎡  2km</p> 
--	---

地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.2	35.7	33.5	2.11	4.13	0.33	29.5

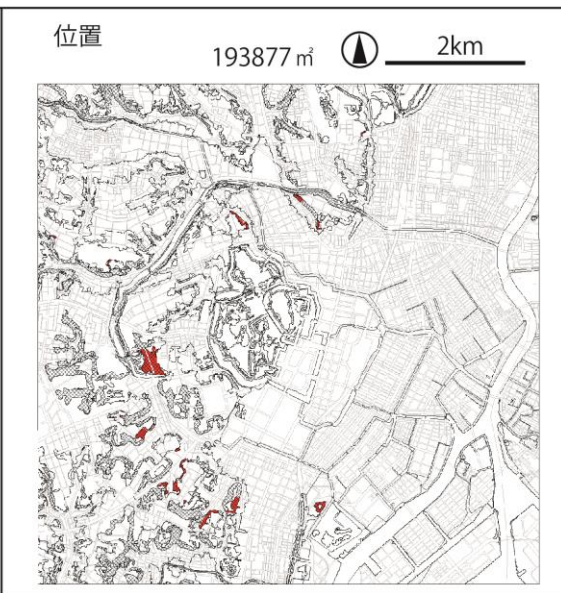
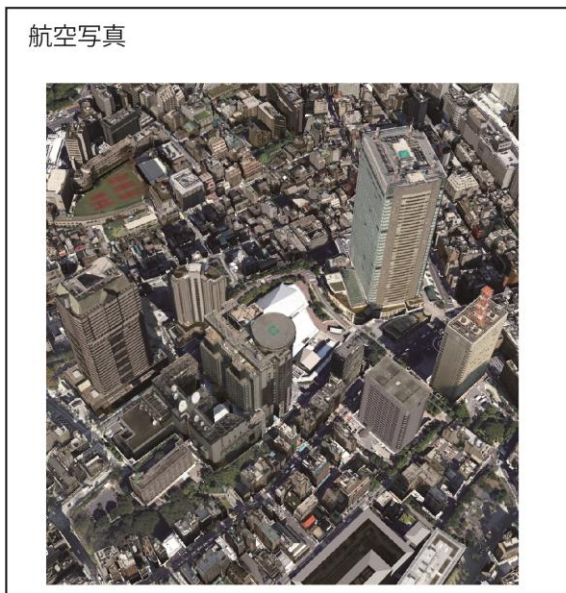


特徴

- ・台地上の公儀地・武家地（皇居や赤坂離宮・青山霊園）が、大規模緑地として近代以降に整備されたタイプ。一部公園化された。
- ・平均気温は 34.2℃と周囲よりも 2℃程低く、クールスポットとして機能していることがわかる。平均風速も 2m/s 以上と快適な環境。

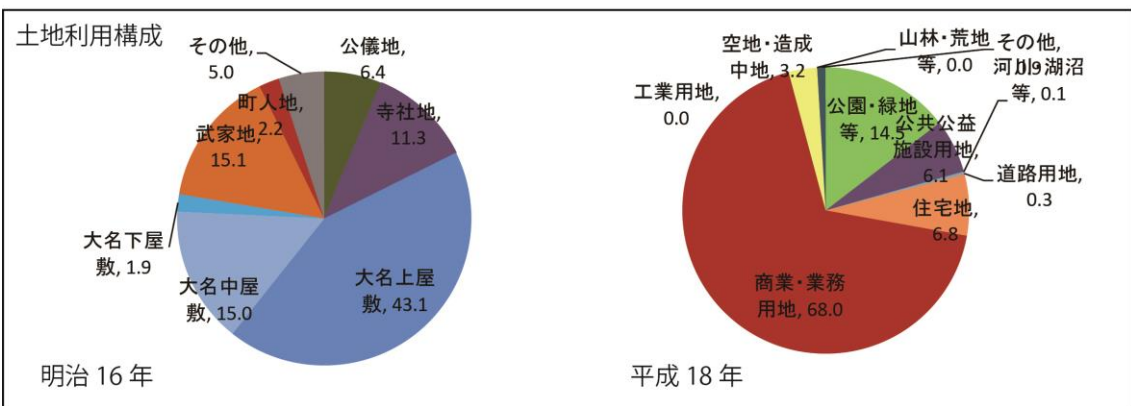
ランドスケープ・ユニット名 崖線—超高層タイプ

微地形	崖線	
土地被覆	建築	超高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.2	37.5	34.0	1.59	4.42	0.18	30.1

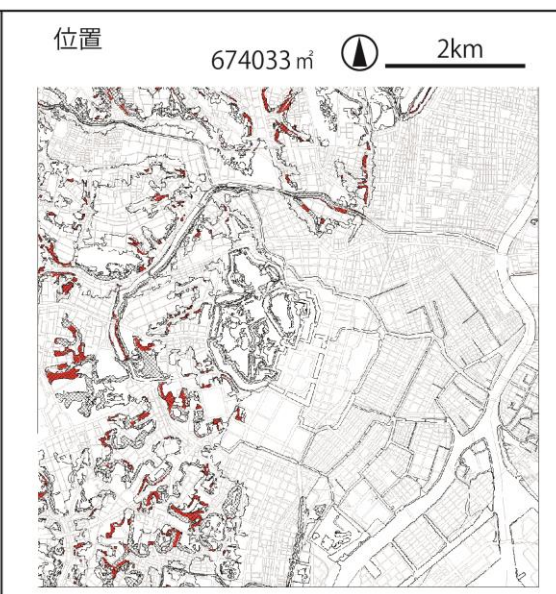


特徴

- ・崖線上の大名屋敷であった箇所が、都市再開発期以降に商業用地として超高層建築が建設されたタイプ。
- ・平均気温は 35.2℃と低く、平均風速は 1.6m/s であり心地よい環境である。

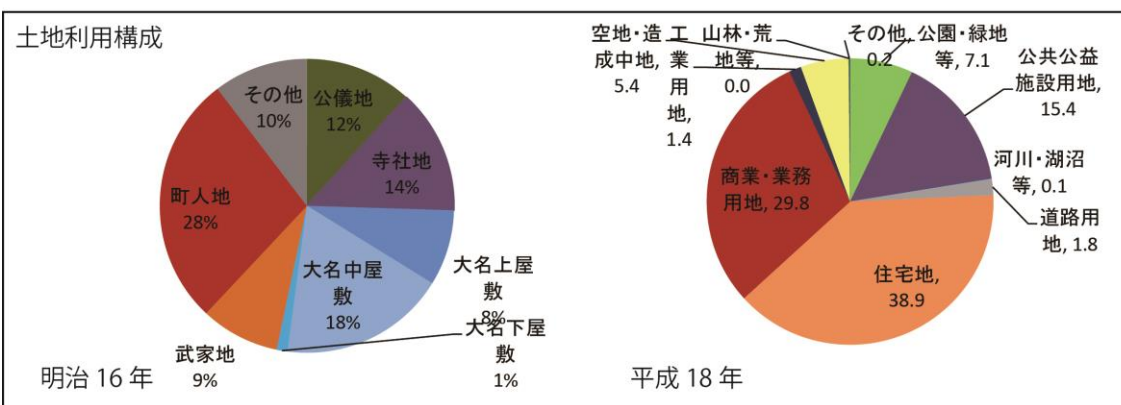
ランドスケープ・ユニット名
崖線—市街地タイプ

微地形	崖線	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.9	37.6	34.7	0.96	2.38	0.17	30.5

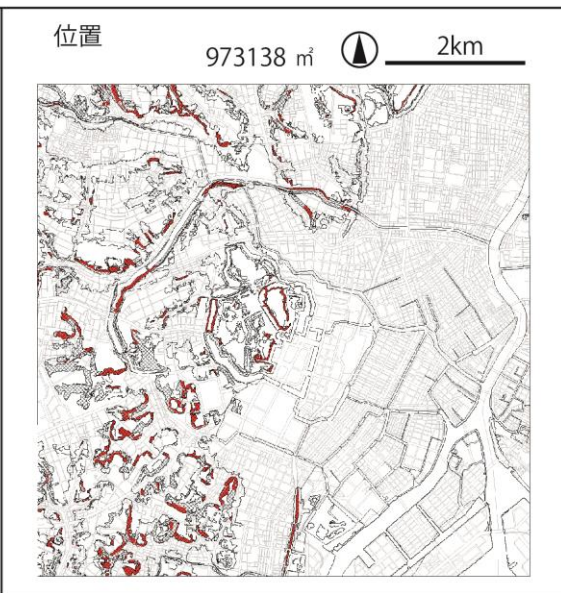


特徴

- ・崖線上の寺社地・大名屋敷・町人地であった箇所が、近代以降宅地化が進み、樹林地が失われたタイプ。
- ・平均気温は 36℃弱と高く、平均風速が 1.0m/s と最も低く、熱・風環境の悪化が顕著なタイプであり、対策が必要とされる。

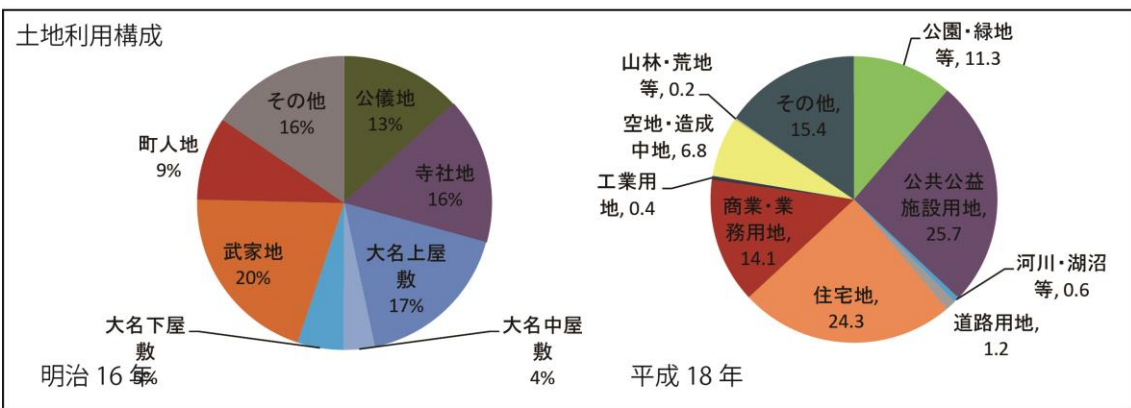
ランドスケープ・ユニット名 崖線—市街地—樹林地・草地タイプ

微地形	崖線	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.5	37.4	34.3	1.36	3.35	0.22	30.2

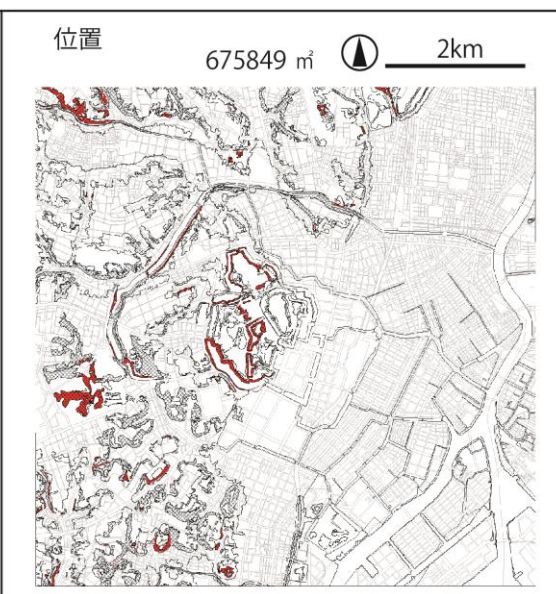
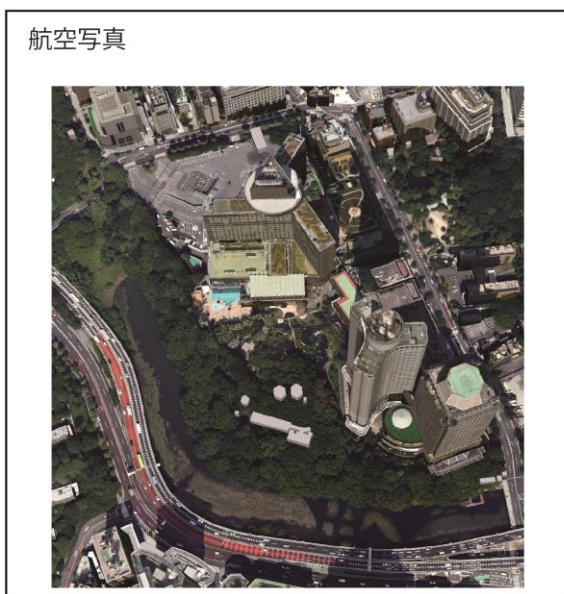


特徴

- 江戸期に公儀地・寺社地・大名屋敷・武家街区内部の崖線であった箇所が、近代以降に公共施設や市街化される中でも一部樹林地が保全されているタイプ。
- 平均気温は 35.5℃、平均風速は 1.4m/s と対策を導入する必要がある。

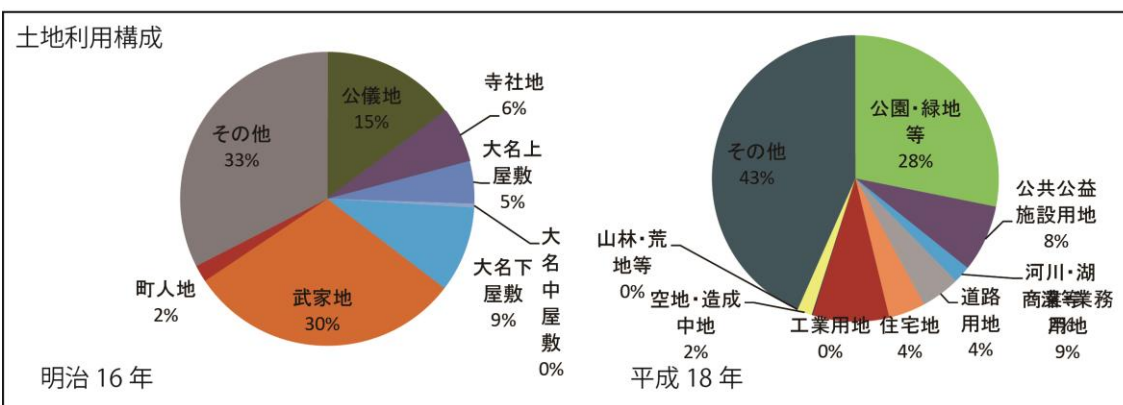
ランドスケープ・ユニット名 崖線—樹林地・草地タイプ

微地形	崖線	
土地被覆	建築	—
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.3	35.8	33.6	1.74	4.07	0.35	29.5

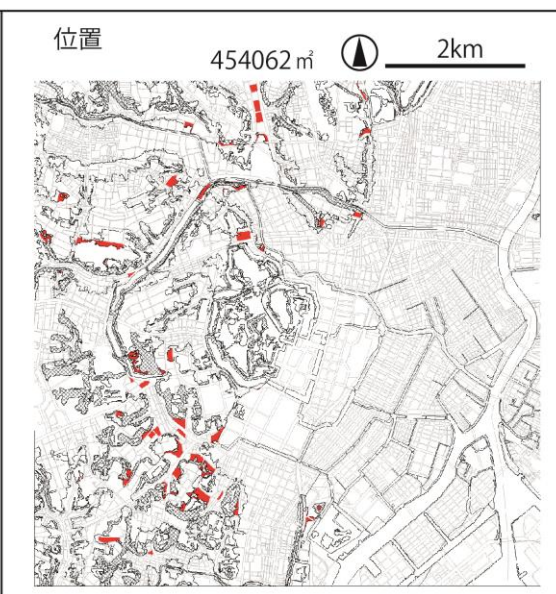


特徴

- 江戸期に公儀地・大名屋敷・武家街区内部の崖線であった箇所が、近代以降も公園化や公共施設化される中で樹林地が保全されているタイプ。
- 平均気温は 34.3℃と低く、平均風速は 1.7m/s と快適な環境が保たれている。

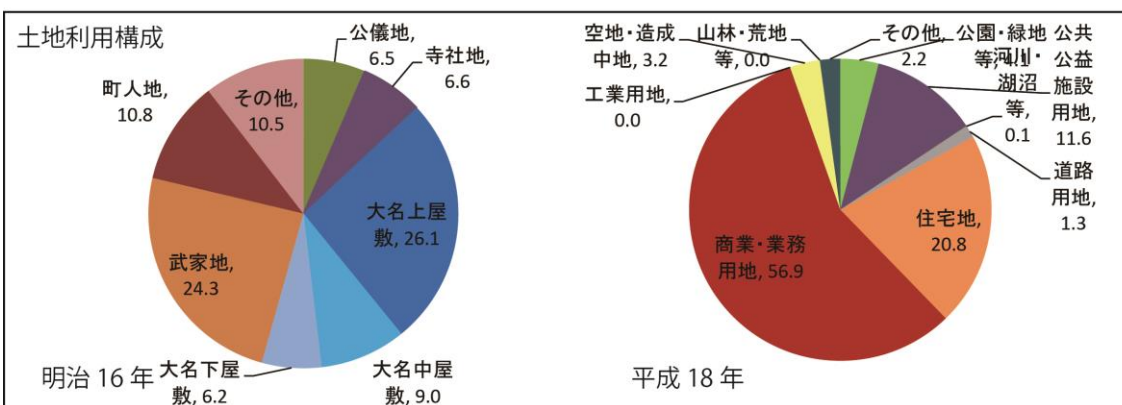
ランドスケープ・ユニット名
谷地—超高層タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	超高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.1	37.3	34.0	1.92	4.64	0.21	30.1

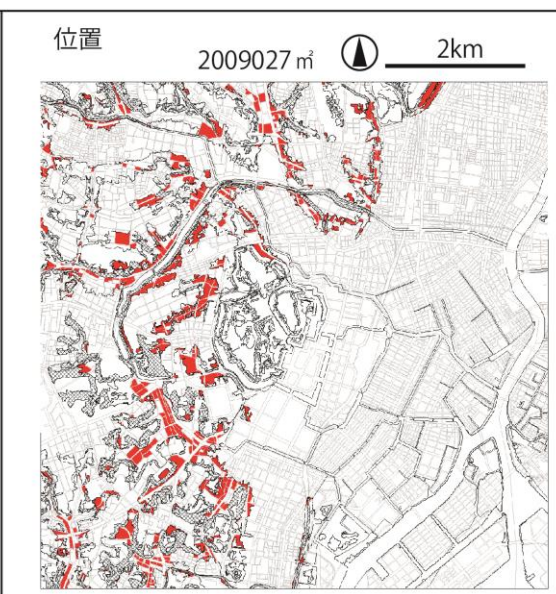


特徴

- 江戸期の谷地の大名上屋敷・武家地であった箇所が、都市再開発による商業用地の超高層ビルへと転用したタイプ。
- 平均気温は 35.1℃であるが、最大風速 5m/s 弱と大きい。

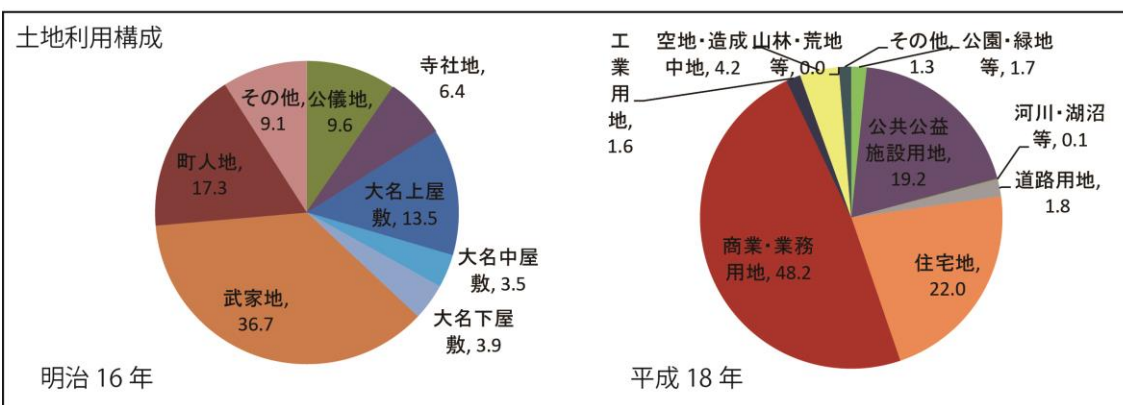
ランドスケープ・ユニット名 谷地一中・高層タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	中・高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.8	37.6	34.6	1.13	2.80	0.21	30.5

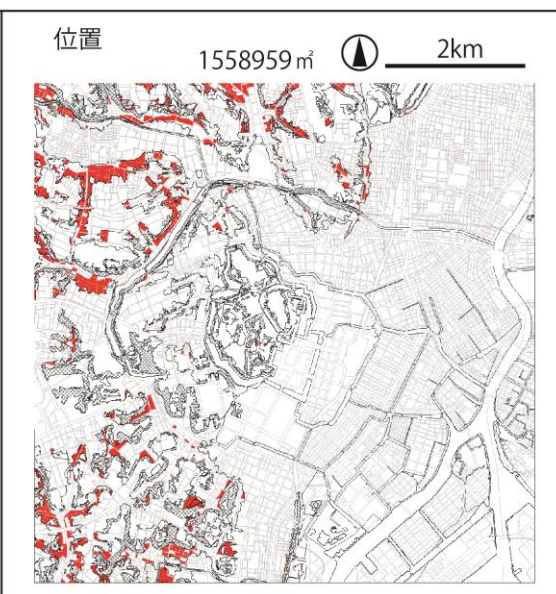


特徴

- 谷地の武家地・町人地が、近代以降、商業・業務用地あるいは住宅地として転用し、高層ビル群が立ち並ぶタイプ。
- 平均気温は 36℃弱と高く、平均風速は 1.13m/s と低く、熱・風環境の改善が必要である。

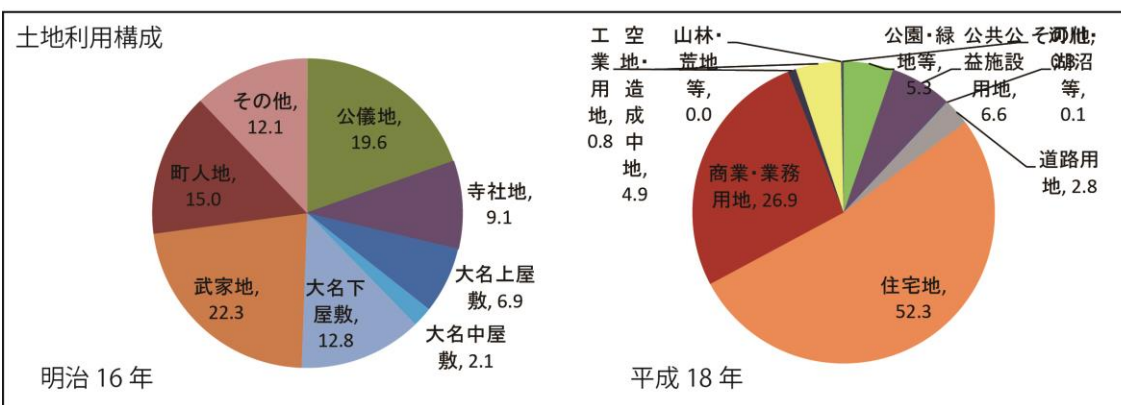
ランドスケープ・ユニット名
谷地—低・中層タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	低・中層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
36.1	37.8	34.8	0.83	2.23	0.17	30.6






特徴

- 江戸期における谷地の公儀地・武家地・町人地であった箇所が、近代以降に宅地化が進み、住宅地である低層・中層建築が分布するタイプ。
- 平均気温が 36℃ と高く、平均風速が 1m/s 弱と小さい為、熱・風環境の改善が必要とされる。

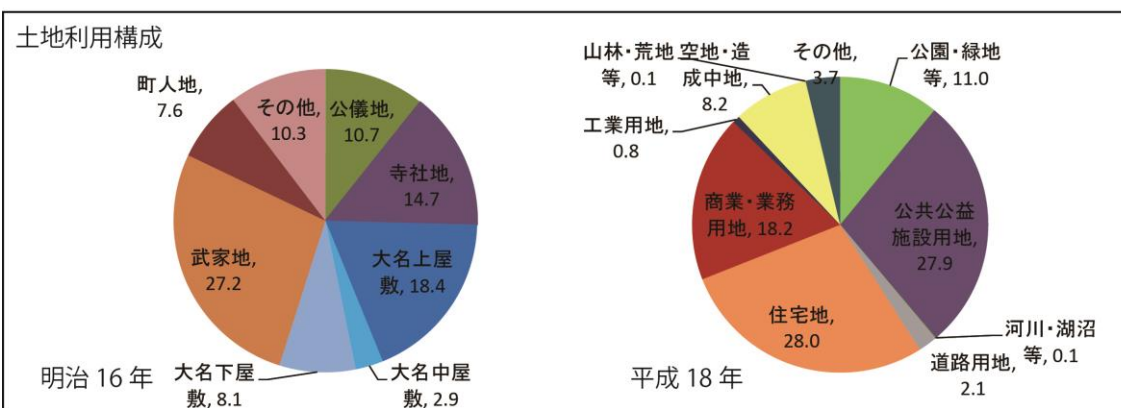
ランドスケープ・ユニット名
谷地—市街地—樹林地・草地タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし

<p>航空写真</p> 	<p>位置</p> <p>1284637 m²  2km</p> 
--	--

地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.4	37.3	34.3	1.39	3.21	0.19	30.2

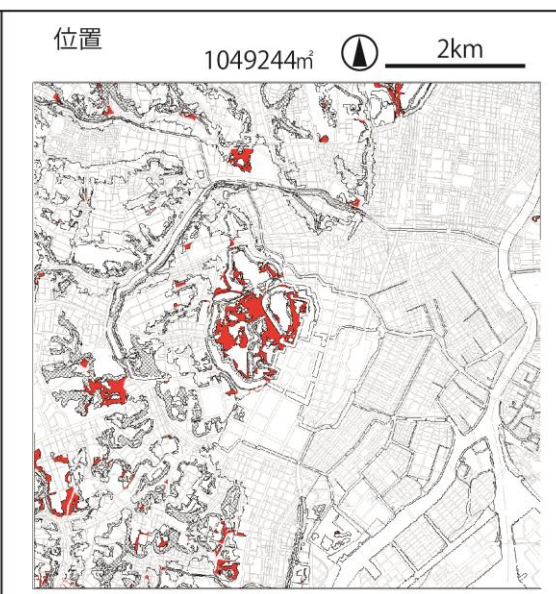


特徴

- 江戸期における谷地の大名屋敷・武家地であった箇所が、近代以降においてまとまった樹林地を持つ住宅地や商業地域へと転用されたタイプ。
- 平均気温は 35.4℃、平均風速は 1.39m/s。

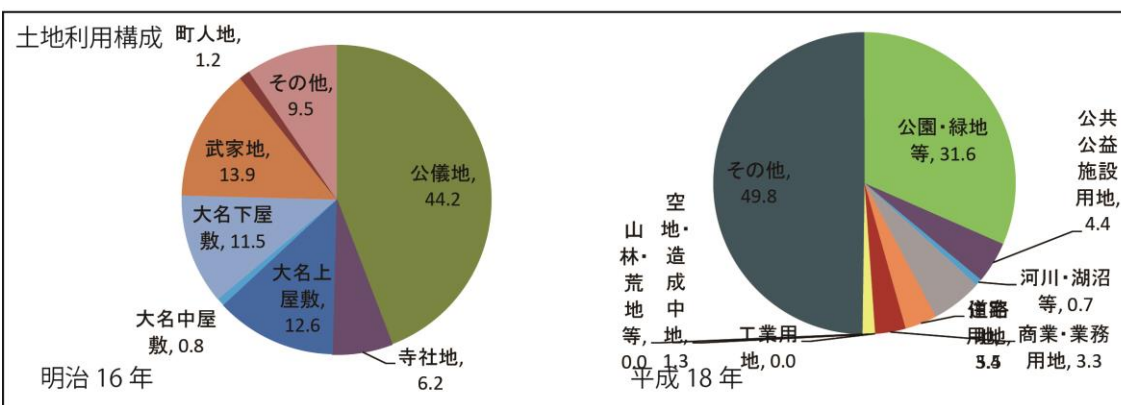
ランドスケープ・ユニット名
谷地—樹林地・草地タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熟・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.1	35.3	33.3	2.08	4.12	0.32	29.4

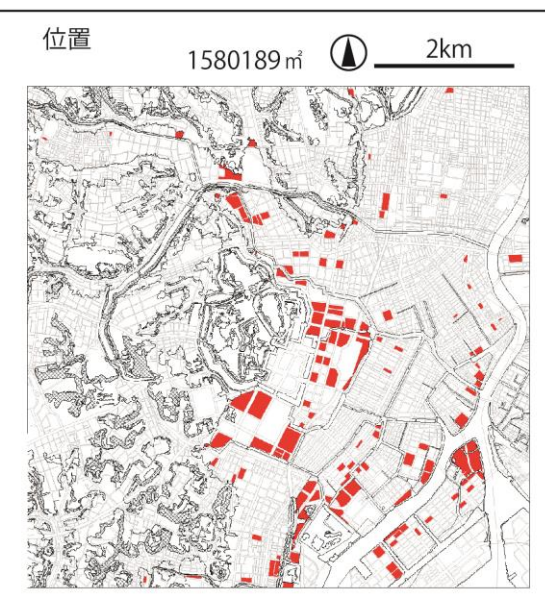
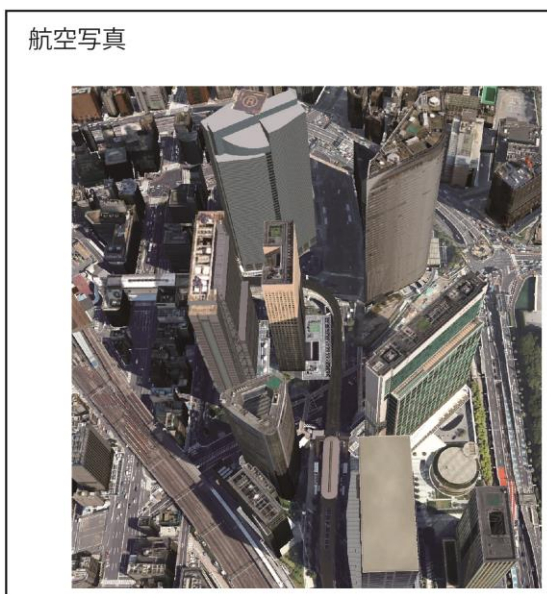


特徴

- ・公儀地・大名上屋敷・武家地等大規模緑地であった街区の谷地が、近代以降も公園や緑地として整備されたタイプ。赤坂離宮・皇居・後楽園・青山霊園・芝公園の谷地部。
- ・平均気温が 34.1℃と極めて低く、風速も 2.0m/s と心地よい環境。クールスポットとして機能。

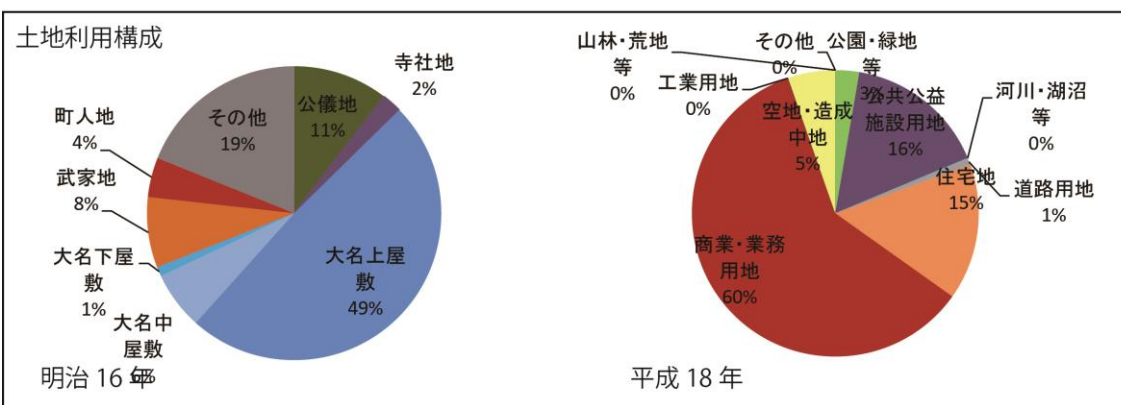
ランドスケープ・ユニット名
低地—超高層タイプ

微地形	低地	
土地被覆	建築	超高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.0	37.3	33.9	2.04	4.80	0.19	30.1

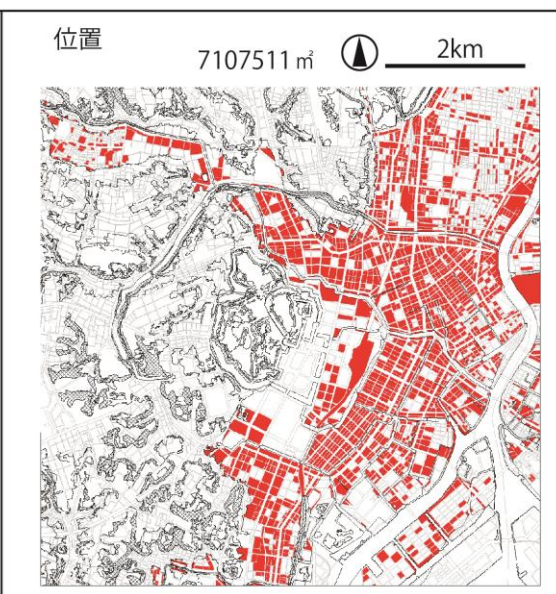


特徴

- 江戸期における大名屋敷であった大街区が、都市再開発による商業・業務用途の超高層ビルに転換したタイプであり、隅田川沿いあるいは丸の内地区に多く分布する。
- 平均気温は 35.0℃と低いが、最大風速が 5m/s 弱と強いビル風が吹く。

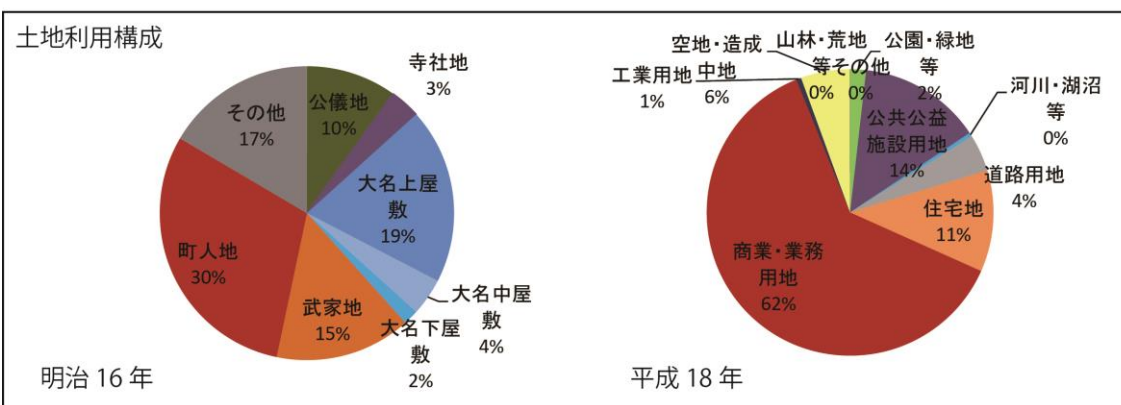
ランドスケープ・ユニット名 低地—中・高層タイプ
--

微地形	低地	
土地被覆	建築	中・高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.9	37.7	34.7	1.09	2.78	0.19	30.6

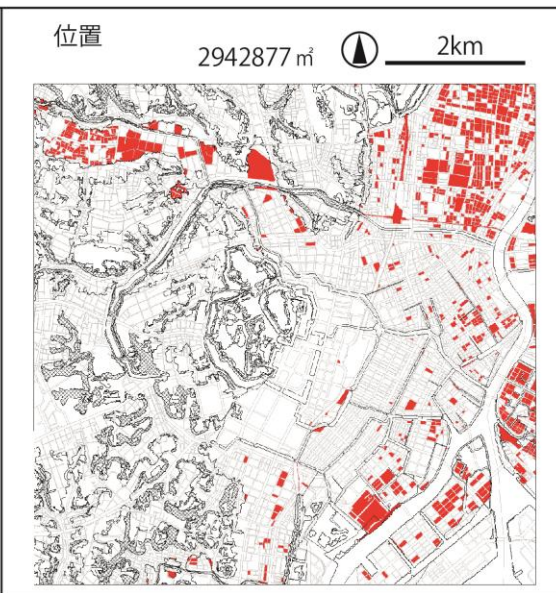


特徴

- 江戸期の町人地・武家地であった街区が商業・業務用地として高層ビル群に転換したタイプ。
- 平均気温は 36℃弱と高いが、平均・最大風速は低中層タイプよりも大きい。

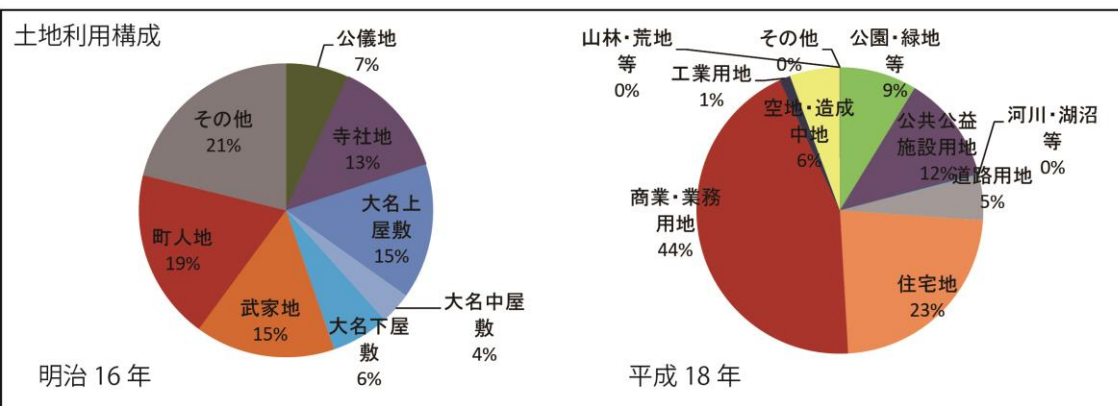
ランドスケープ・ユニット名 低地—低・中層タイプ
--

微地形	低地	
土地被覆	建築	低・中層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
36.1	37.9	34.8	0.93	2.35	0.17	30.5

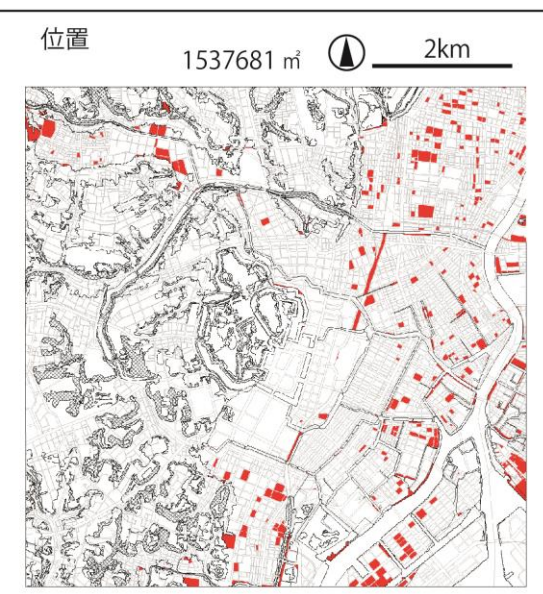


特徴

- ・ 神田川流域の低地、あるいは神田地区において広く分布する低地の低・中層タイプ。町人地・武家地であった箇所が低層・中層の住宅地・商業地域に転用した。
- ・ 平均気温が 36℃強と高く、また平均風速が 1.0m/s 弱と弱く熱・風環境の悪化が顕著である。特に神田川流域の低地では、2℃以上高温化した箇所も見られ、対策が必要である。

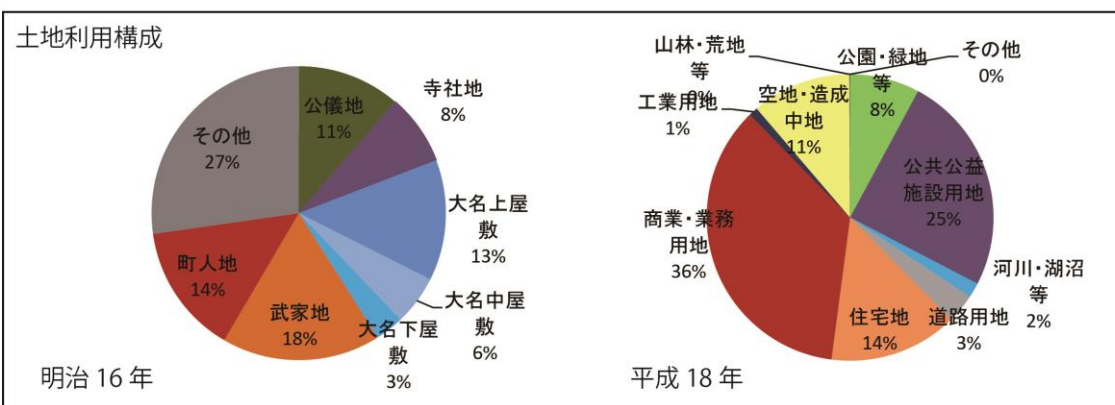
ランドスケープ・ユニット名
低地—市街地—樹林地・草地タイプ

微地形	低地	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.5	37.4	34.3	1.38	3.16	0.24	30.2

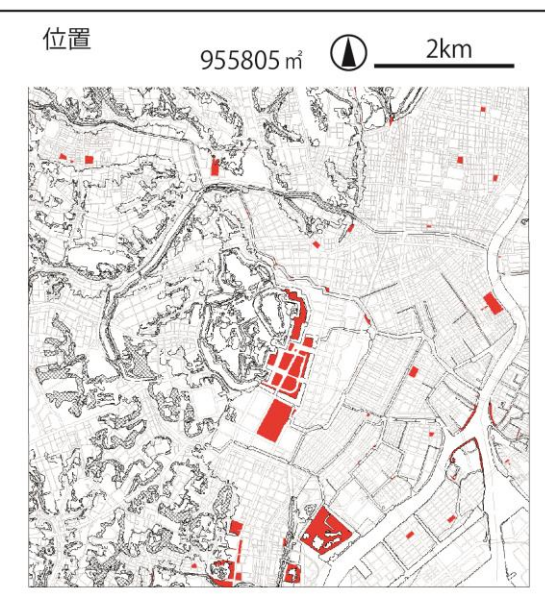


特徴

- 江戸期において寺社地・大名上屋敷であった街区が、市区改正期以降公共公益施設（学校）と併設し街区公園が作られたタイプ。
- 平均気温は 35.5℃と、周囲が 36℃強の中で、比較的涼しい場所として機能する。平均風速は 1.4m/s 弱と低い。

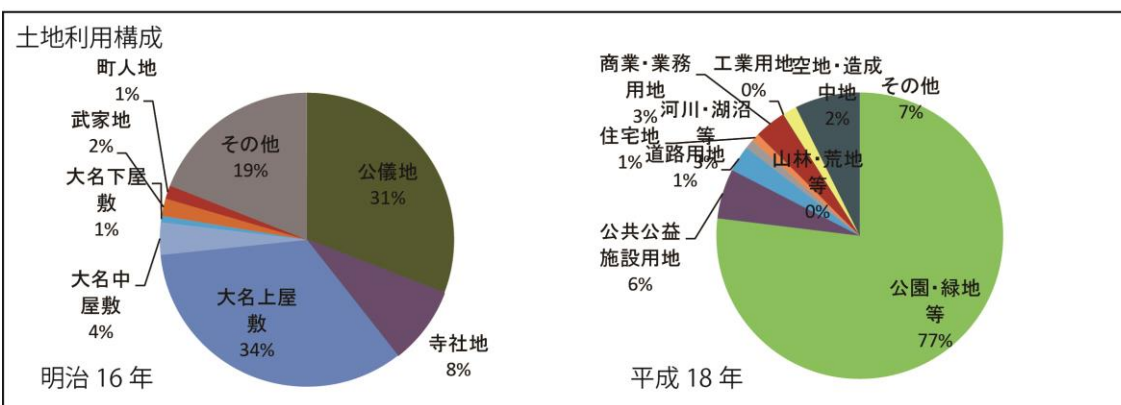
ランドスケープ・ユニット名 低地—樹林地・草地タイプ

微地形	低地	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.5	36.1	33.7	2.02	4.10	0.36	29.7

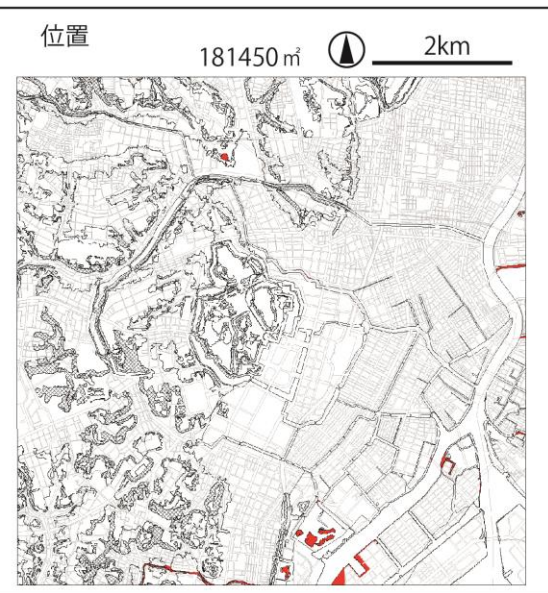


特徴

- 江戸期の公儀地・寺社地・大名上屋敷内部のまとまった緑地が、近代公園へと転用されまとまった樹林地を保全・創出されたタイプ。
- 平均気温は 34.5℃ と非常に低く、クールスポットとして機能している。
- 平均風速は 2m/s 以上と心地よい環境。

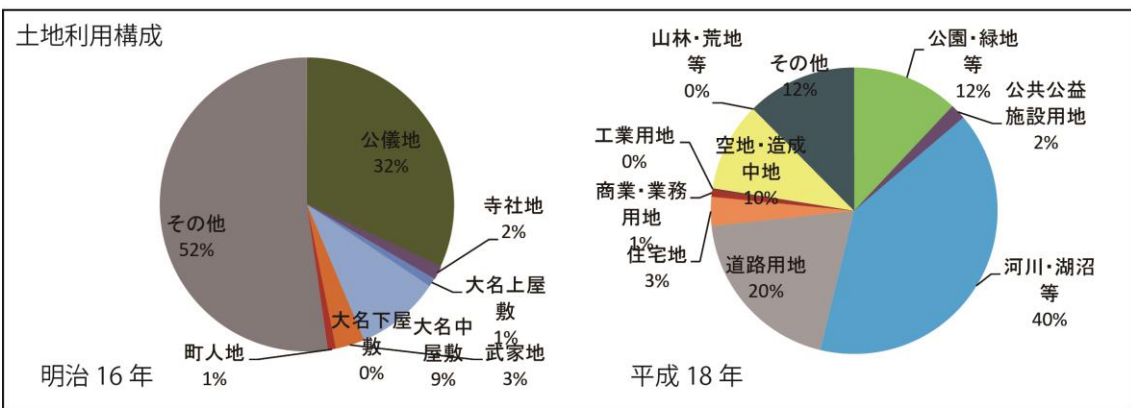
ランドスケープ・ユニット名 低地—水面タイプ

微地形	谷地	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	なし
	水面	水面



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
33.9	35.1	33.2	1.85	3.59	0.38	29.1

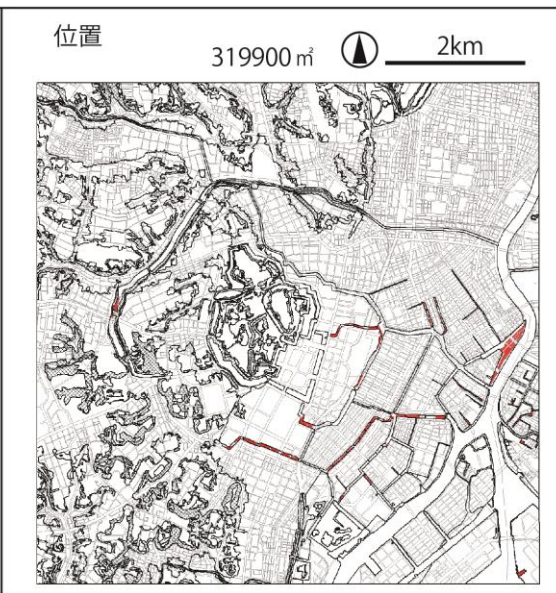


特徴

- 江戸期における公儀地・大名上屋敷の池が、近代以降の公園かされる中で保全されたタイプ。浜離宮・後樂園の水面等。
- 平均気温は 33.9℃弱と極めて低く、また平均風速は 1.8m/s と心地よい環境を保っている。

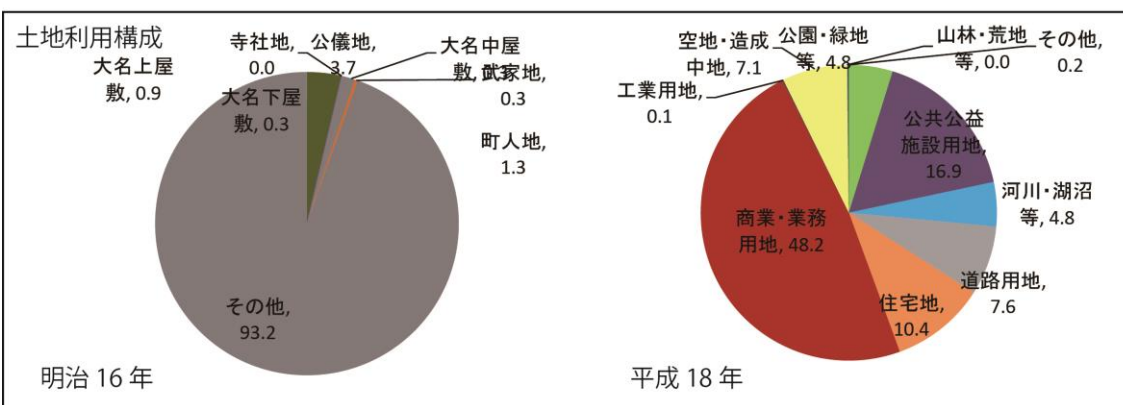
ランドスケープ・ユニット名 水路網—埋立市街地タイプ

微地形	水路網	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熟・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.5	37.0	34.5	1.40	3.03	0.26	30.3

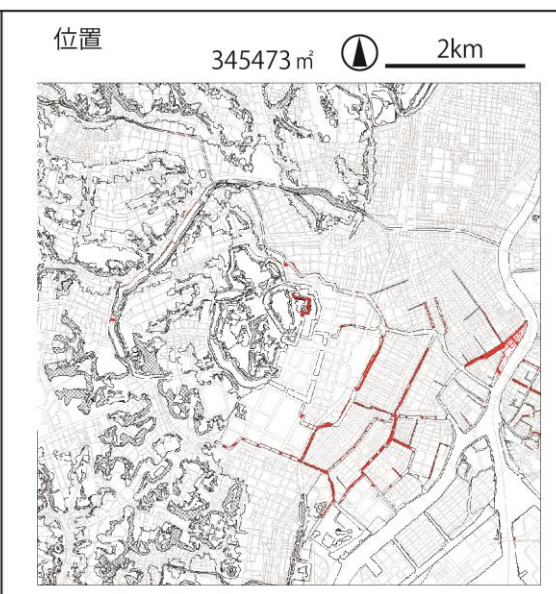


特徴

- ・江戸期において水路網であった箇所が、近代以降の埋め立てにより、商業・業務用地
- ・公共施設として転用されたタイプ。
- ・平均気温は 35.5℃と高く、二時期の 2℃以上と気温が上昇したタイプである。

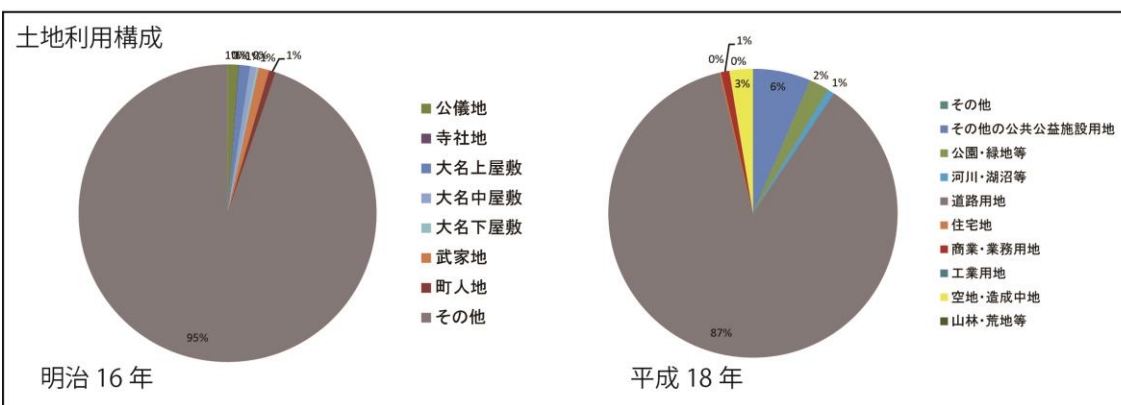
ランドスケープ・ユニット名 水路網埋立一道路タイプ

微地形	水路網	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.3	36.8	34.3	2.07	3.73	0.46	30.1

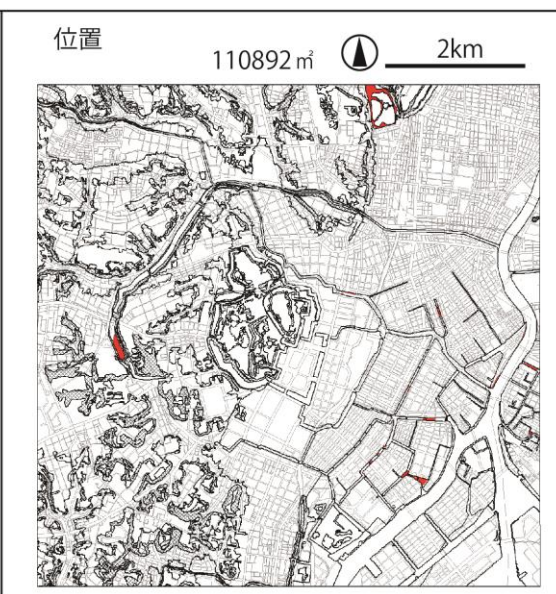


特徴

- 江戸期において水路網であった箇所が、近代以降の幹線道路網、あるいは首都高の整備に伴い埋め立てられた箇所。
- 平均気温は 35.3℃ と高く、平均風速は 2m/s と比較的大きい。

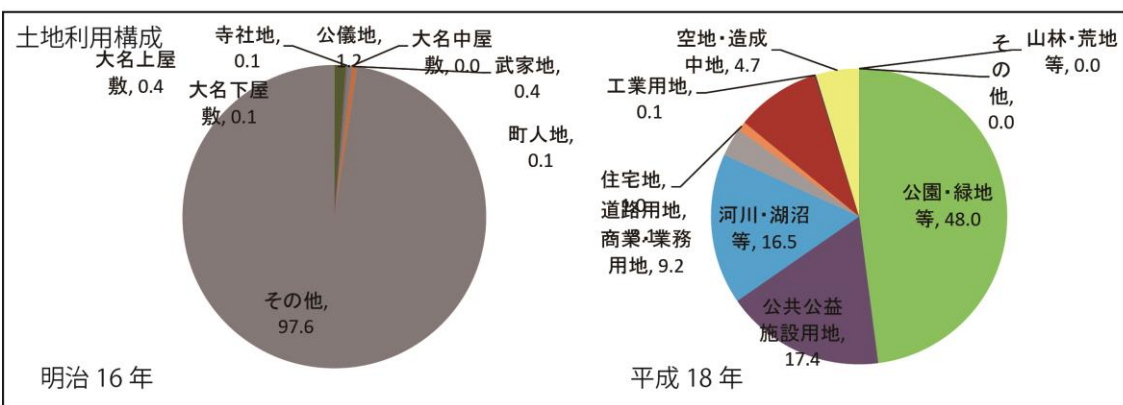
ランドスケープ・ユニット名 水路網—樹林地・草地タイプ

微地形	水路網	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.8	36.3	34.0	1.82	3.67	0.37	29.8

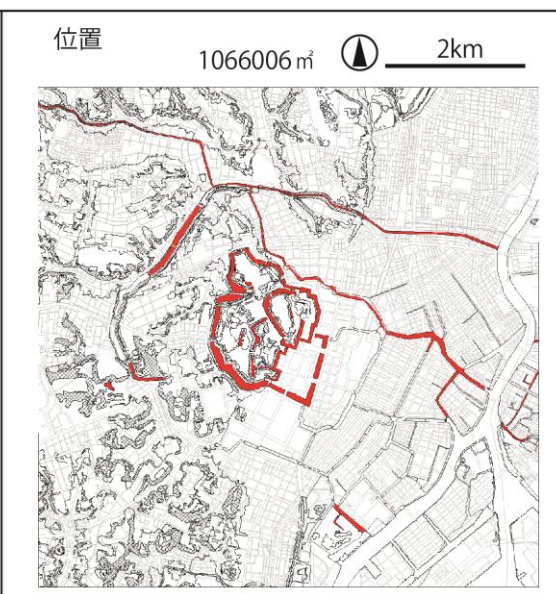


特徴

- 江戸期において水路網であった箇所が、近代以降に街区公園が創設された等により樹林地へ変化したタイプ。
- 平均気温は 34.6℃ と非常に低く、平均風速も 1.9m/s 弱と心地よい環境である。

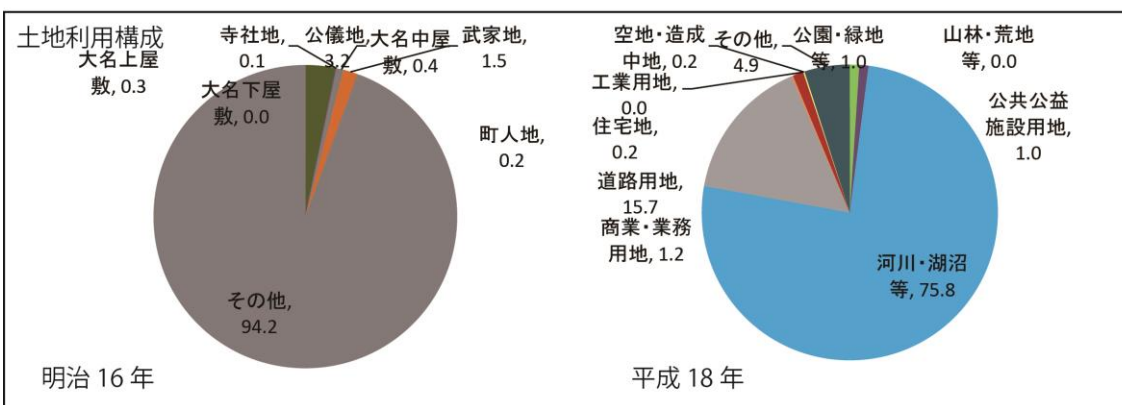
ランドスケープ・ユニット名 水路網—水面タイプ

微地形	水路網	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	なし
	水面	水面



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.2	35.6	33.7	2.20	4.05	0.39	29.4

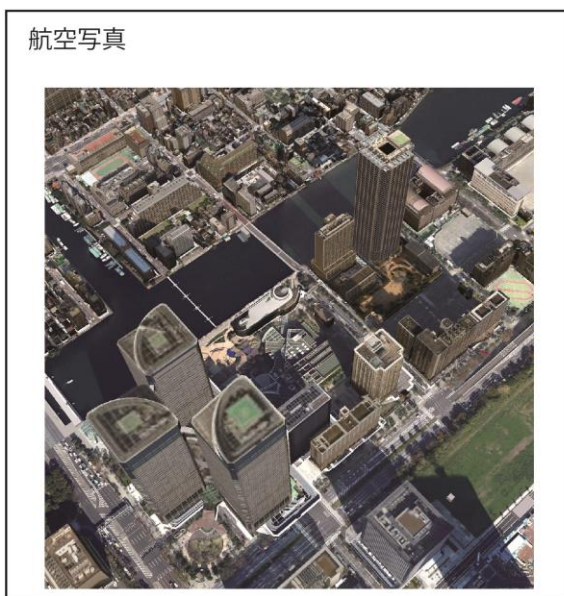


特徴

- ・外濠・内濠等や日本橋川・神田川の水路網が、近代以降も水面として継承されたタイプ。
- ・平均気温が 34.2℃と極めて低く、平均気温は 2m/s 強と快適な環境を保っている。
しかし、御茶ノ水や外堀の一部では、周囲からの排熱の流入により気温が高くなる箇所も見られる。

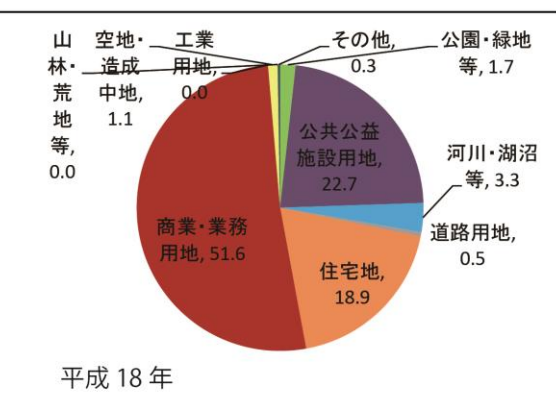
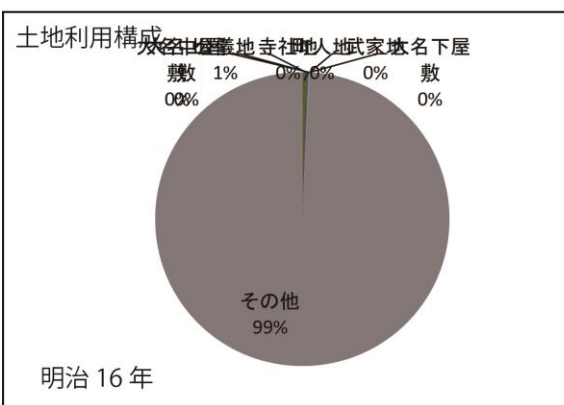
ランドスケープ・ユニット名 埋立地—超高層タイプ

微地形	埋立地	
土地被覆	建築	超高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.3	36.8	33.0	2.40	5.21	0.31	29.5

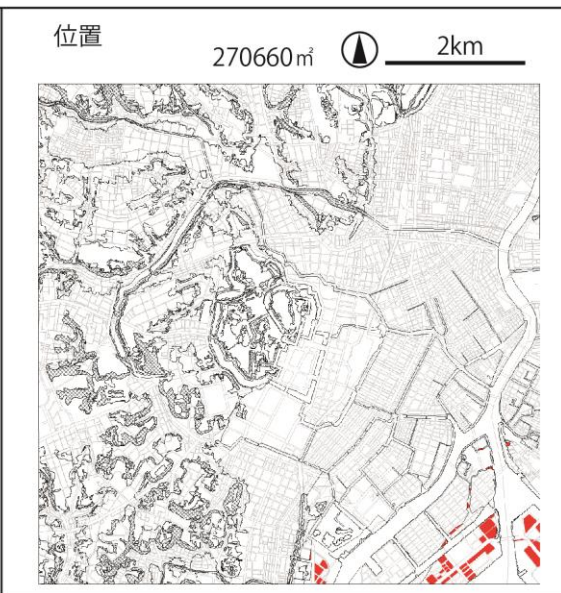


特徴

- ・埋立地に商業用地としての超高層ビルが建築されたタイプ。
- ・平均気温は 34.3℃と低いが、最大風速が 5.2m/s と最も高く、ビル風により歩行環境の快適性は低いと考えられる。

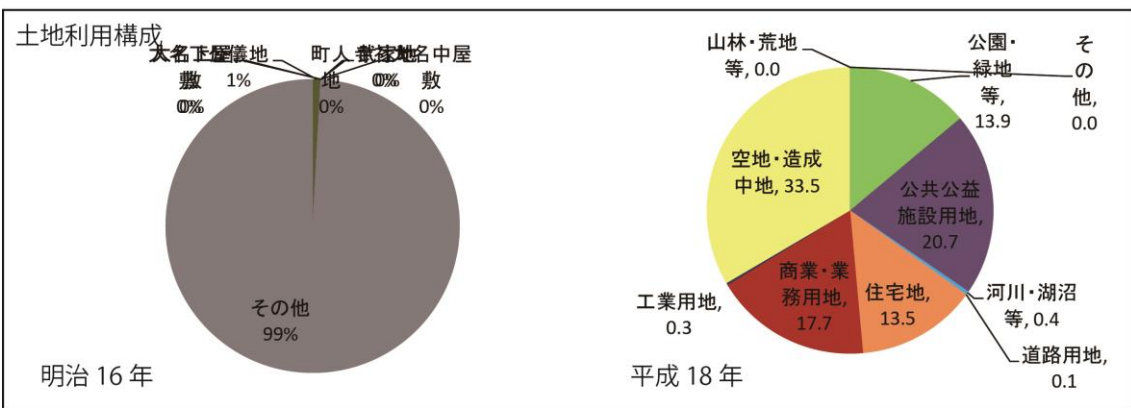
ランドスケープ・ユニット名 埋立地—中・高層タイプ

微地形	埋立地	
土地被覆	建築	中・高層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.5	36.6	33.3	1.87	4.37	0.25	29.7

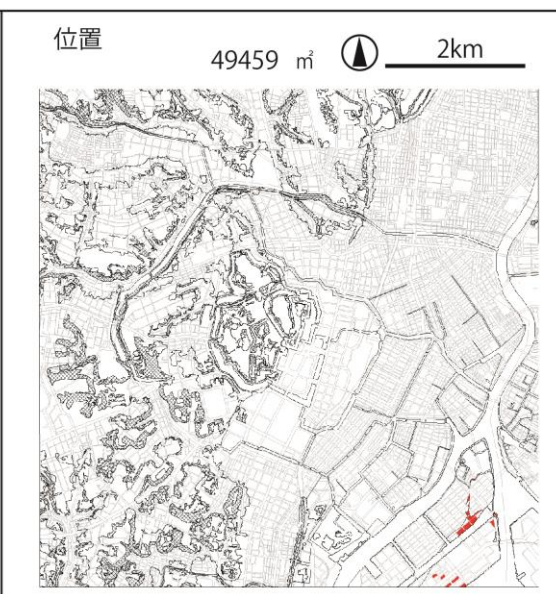


特徴

- ・埋立地に高層の住宅地・商業用地の街区が整備されたタイプ。
- ・平均気温は 34.5℃と低く、平均風速も 1.9m/s 弱と心地よい風が流れる。

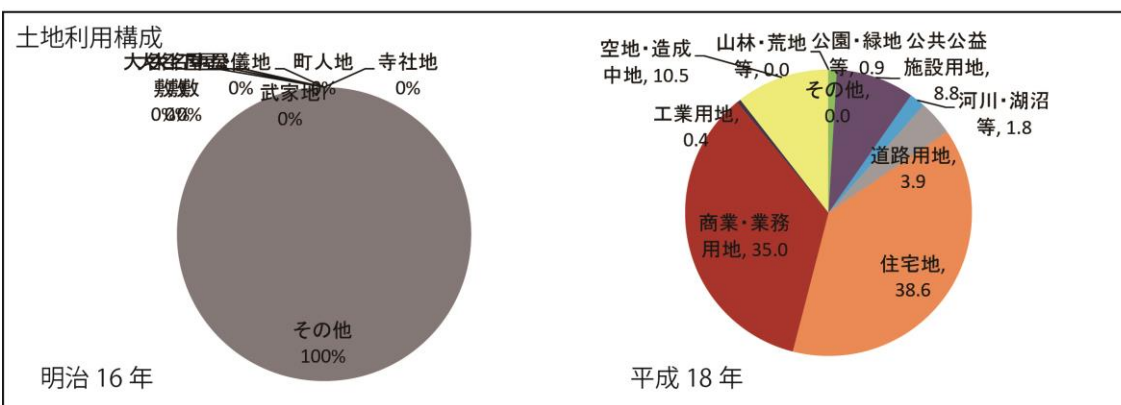
ランドスケープ・ユニット名 埋立地—低中層タイプ

微地形	埋立地	
土地被覆	建築	低中層
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.9	36.8	33.7	1.51	3.89	0.19	30.0

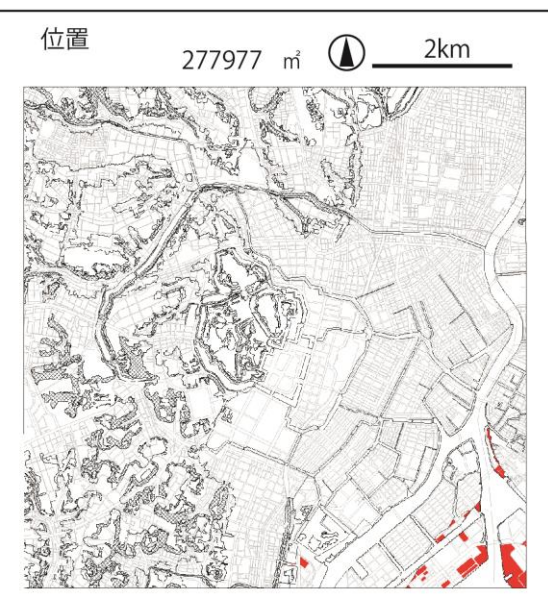


特徴

- 江戸期には隅田川・東京湾の水面であった箇所が、近代以降の埋め立てにおいて、商業用地や造成中地として、低層・中層建築が立ち並ぶタイプ。
- 平均気温は 35℃弱と涼しい環境であるが、平均風速が 1.5m/s と低い。

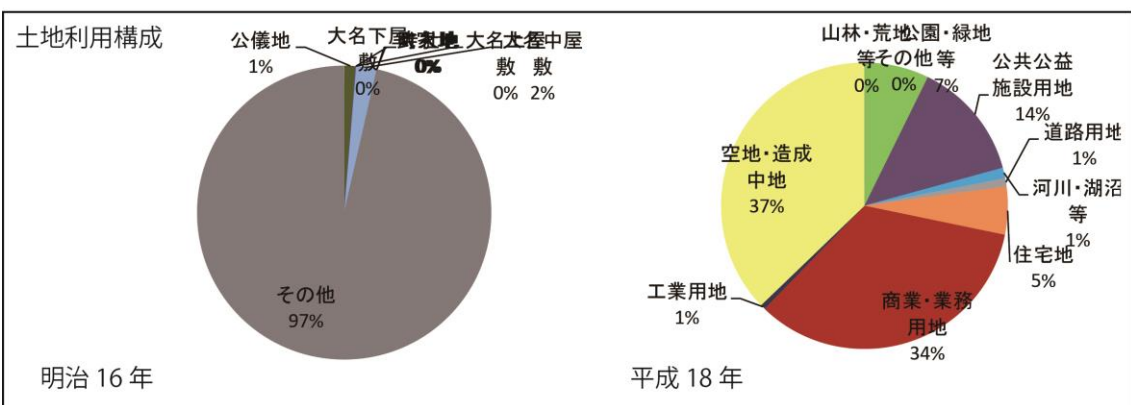
ランドスケープ・ユニット名
埋立地—市街地—樹林地・草地タイプ

微地形	埋立地	
土地被覆	建築	市街地
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.3	36.8	33.1	2.03	4.47	0.19	29.7

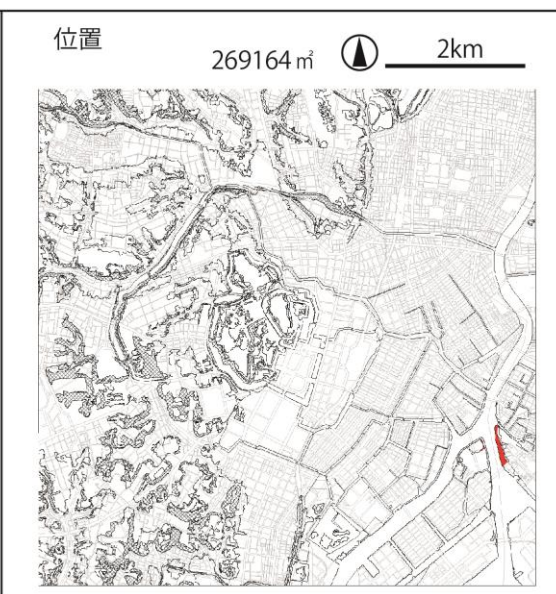


特徴

- ・埋立地において、未利用地（空地・造成中地）として樹林地・草地が残されているタイプ。
- ・平均気温は 34.3℃と低く、平均風速は 2.0m/s と心地よい環境。

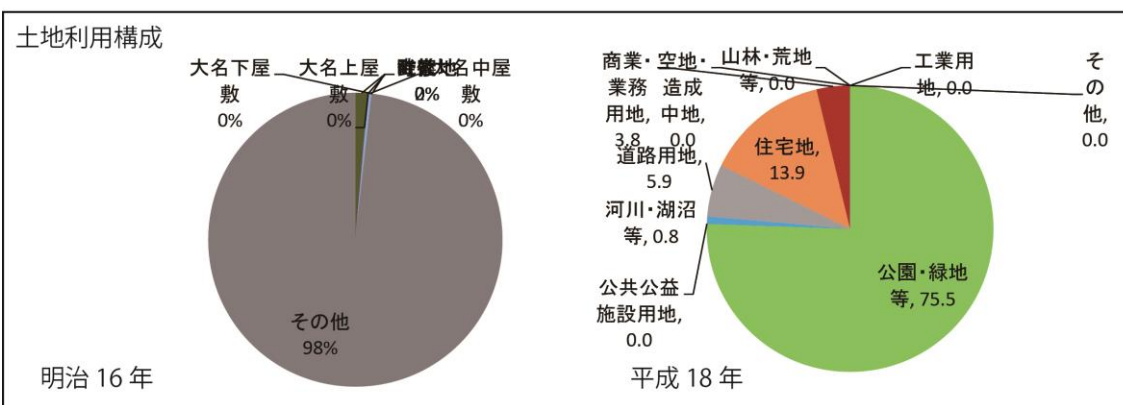
ランドスケープ・ユニット名 埋立地—樹林地・草地タイプ

微地形	埋立地	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	樹林地・草地
	水面	なし



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
34.0	36.0	32.8	2.64	5.71	0.21	29.1

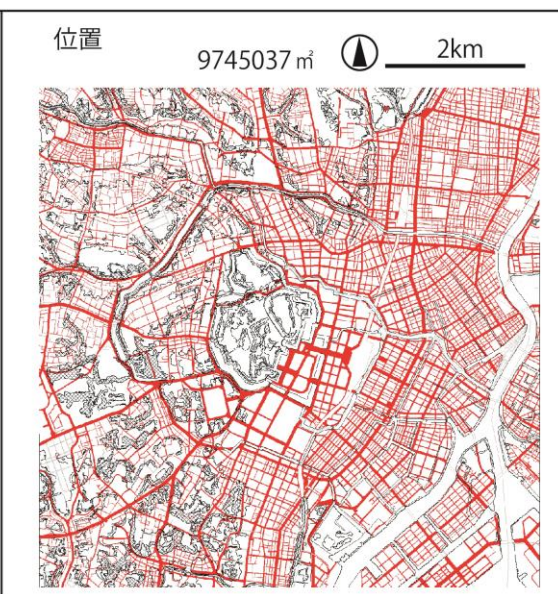
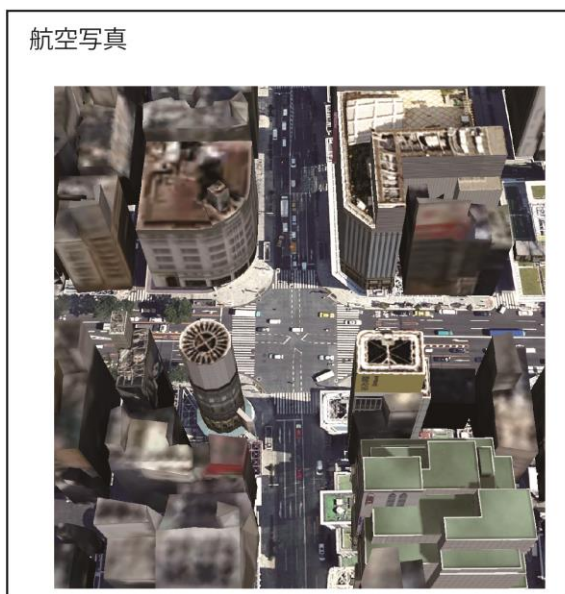


特徴

- ・近代以降埋立地に公園・緑地が整備されたタイプ。
- ・平均気温は 34.0℃ と非常に低いが、最大風速が 5.7m/s 強と極めて高い。

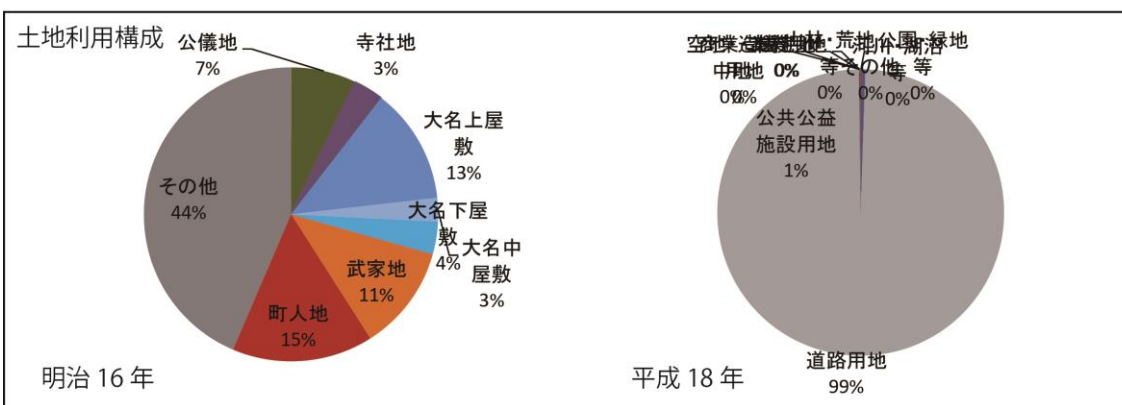
ランドスケープ・ユニット名
道路タイプ

微地形	—	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	なし
	水面	なし



地上付近熟・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
35.6	37.6	34.2	1.77	3.99	0.23	30.2

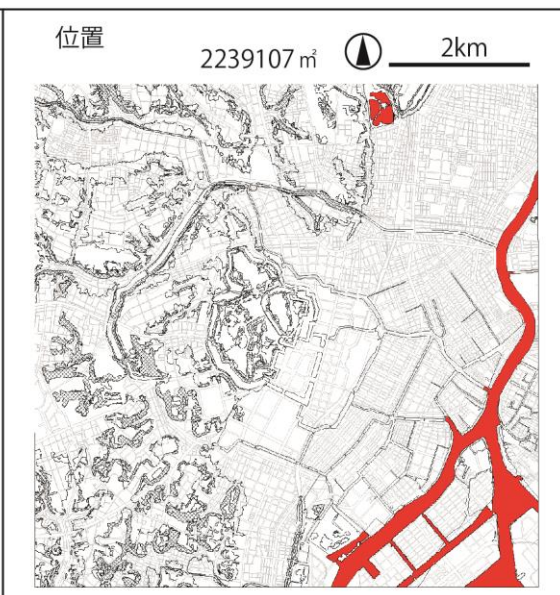


特徴

- 江戸期の町人地・その他が、帝都復興期以降の幹線道路網の敷設等に伴い道路へと変化したタイプ。
- 平均気温は 36℃弱であるが、昭和通り等、町人地がオープンスペース化した箇所では風速の増加により一部明治期よりも気温が下がる箇所もある。

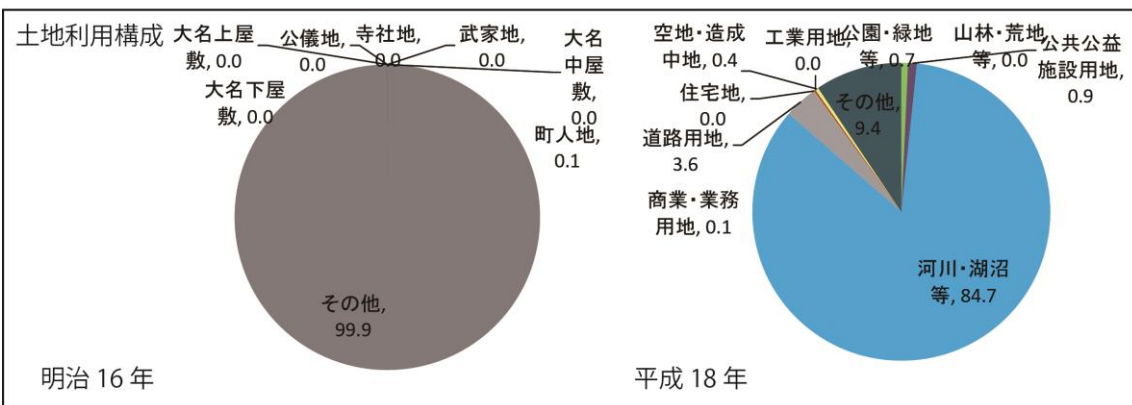
ランドスケープ・ユニット名
水面タイプ

微地形	水面	
土地被覆	建築	なし
	樹林地・草地	なし
	水面	水面



地上付近熱・風環境

平均気温	最高気温	最低気温	平均風速	最大風速	最小風速	平均体感温度
33.4	35.4	32.8	2.31	4.18	0.38	28.9



特徴

- 江戸期から現代にいたるまで、隅田川などの河川の水面として保持されているタイプ。
- 平均気温は 33.4℃ と最も低く、平均風速は 2m/s 強と心地よい風が流れている。

データシート

参考文献

【ヒートアイランド対策に関して】

- 1) 環境省ヒートアイランド対策関係府省連絡会議(2013). ヒートアイランド対策大綱.
- 2) 環境省(2012). ヒートアイランド対策マニュアル～最新状況と適応策等の対策普及に向けて～.
- 3) 環境省(2012). ヒートアイランド対策ガイドライン.
- 4) 東京都環境局ヒートアイランド対策推進会議(2003). ヒートアイランド対策取組方針.
- 5) 千代田区(2006). 千代田区ヒートアイランド対策計画.
- 6) 港区(2007). 港区みどりの実態調査第7次報告書.
- 7) 文京区(2005). 文京区のみどり第6次文京区緑地実態調査報告書.
- 8) 空気調和・衛生工学会(2009). ヒートアイランド対策－都市平熱化計画の考え方・進め方－. オーム社.
- 9) 日本建築学会(2000). 都市環境のクリマアトラス. ぎょうせい.
- 10) 三上岳彦(2006). 都市ヒートアイランド研究の最新動向－東京の事例を中心に－. E-journal GEO 1(2): 79-88.
- 11) 国土交通省国土技術政策総合研究所(2013). ヒートアイランド対策に資する「風の道」を活用した都市づくりガイドライン. 国土技術政策総合研究所資料 730.
- 12) 足永靖信(2008). ヒートアイランド緩和に資する都市形態の評価手法の開発. BRI-H20 講演会テキスト: 1-9.

参考文献

- 13) 成田健一(2011). ヒートアイランド現象と都市構造問題の最新事情. 資源環境対策 47(8): 23-28.
- 14) 日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会・ヒートアイランド現象専門委員会(2003). ヒートアイランド現象の解明に当たって建築・都市環境学からの提言.
- 15) 森山正和編(2004). ヒートアイランドの対策と技術. 学芸出版社.
- 16) 持田灯(2003). 重要論文のレビューとリスト. 日本建築学会総合論文誌(1) :128-133.
- 17) 大同龍三(2005). ヒートアイランド研究の状況. 空気調和・衛生工学 79(5): 369-376.
- 18) Oke T.R(1978). Boundary Layer Climate. Taylor & Francis e-Library.
- 19) Oke, T.R(1997). Urban environments. In Surface Climates of Canada Baily. W.G. T. R.

【東京都心部の熱・風実測調査に関して】

- 20) 三上岳彦・大和広明・広域 METROS 研究会(2011). 広域 METROS による首都圏高密度気温観測とその都市気候学的意義. 地学雑誌 120(2): 317-324.
- 21) 大和広明・三上岳彦・高橋日出男(2011). 夏季日中における首都圏のヒートアイランド現象に海風が与える影響. 地学雑誌 120(2): 325-340.
- 22) 尾島俊雄・鍵谷浩司他(2007). 東京臨海・都心部におけるヒートアイランド現象の実測調査と数値計算(その1~その15). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 501-502.
- 23) 田村健・尾島俊雄他(2007). 東京駅周辺における海風の空調負荷低減効果に関する研究(その1~その3), 日本建築学会大会学術講演梗概集: 721-726.
- 24) 宮越遥子・尾島俊雄他(2003). 東京都心・八重洲通りにおける「風の道」に関する風洞実験研究. 日本建築学会関東支部研究報告集: 457-460.

- 25) 尾上佳宏・尾島俊雄他(2005). 東京都心における「風の道」の推定と評価に関する研究(その1,2). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 739-742.
- 26) 成田健一・三上岳彦・尾島俊雄他(2005). 東京湾臨海部における海風の動きと冷却効果に関する研究(その1,2). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 735-738.
- 27) 足永靖信・尾島俊雄他(2005). 東京都心における「風の道」の実態調査(その1~その3). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 437-456.
- 28) 池田直樹・尾島俊雄他(2003). 汐留・環状二号線新橋周辺再開発地域における風環境の風洞実験研究. 日本建築学会関東支部研究報告集: 659-662.
- 29) 岩本順子・尾島俊雄他(1998). 東京都区部における土地利用別蓄熱特性に関する研究(その1,2). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 669-670.
- 30) 松尾陽・西岡真稔他(1996). 東京都区部の人工排熱量マップ. 日本建築学会大会学術講演梗概集: 559-560.
- 31) 鈴木謙一・尾島俊雄他(1996). 東京都区部におけるヒートアイランド分断のための土地利用計画に関する研究(その1,2). 日本建築学会大会学術講演梗概集: 949-952.
- 32) 杉山寛克・尾島俊雄他(1995). 東京首都圏におけるヒートアイランド循環の形成に関する検討. 日本建築学会関東支部研究報告書: 5-6.

【緑地の気温低減効果に関して】

- 33) 菅原広史・三上岳彦他(2011). 都市内緑地におけるクールアイランドの鉛直構造. 地学雑誌 120(2): 426-430.
- 34) H.B. リジャル・大岡龍三他(2010). 数値解析による大規模緑地のヒートアイランド緩和効果の検討. 生産研究 62(1): 54-61.
- 35) 成田健一・菅原広史(2011). 都市内緑地の冷気のにじみ出し現象. 地学雑誌 120(2): 411-425.

参考文献

- 36) 成田健一・鍵屋浩史(2010). 臨海都市における中小河川の風の道としての効果-東京・目黒川における微気象観測. 日本建築学会環境系論文集 75(653): 637-644.
- 37) 成田健一, 菅原広史他(2011). 皇居の冷氣生成機能と周辺市街地への熱的影響に関する実測研究. 日本建築学会環境系論文集 76(666): 705-713.
- 38) 宮内啓輔・尾島俊雄他(2006). 皇居の暑熱環境緩和効果に関する研究. 日本建築学会関東支部研究報告集 I (77): 449-452.
- 39) 三上岳彦・泉岳樹他(2006). 皇居のクールアイランド効果の観測結果について. 環境省.
- 40) 岩本麻利・尾島俊雄他(2006). 大規模都市緑地周辺市街地におけるクールアイランドのネットワークに関する研究. 日本建築学会大会学術講演梗概集: 631-634.
- 41) 竹内 智子・平野 勇二郎他(2002). 東京 23 区における公園緑地のヒートアイランド現象緩和効果. ランドスケープ研究 66(5): 893-896.
- 42) 高偉俊・尾島俊雄他(1994). 東京江東区における緑地, 河川クールアイランド形成のための実測調査研究(その 1, 2). 日本建築学会計画系論文集(456). 75-83.
- 43) 鍵谷浩司・尾島俊雄他(1992). 緑地が周辺市街地に及ぼす気温上昇緩和効果に関する実測調査研究. 日本建築学会関東支部研究報告書: 29-32.
- 44) 村川三郎・成田健一他(1985). 都市内河川が周辺の温熱環境に及ぼす効果に関する研究. 日本建築学会計画系論文報告集 393: 25-33.

【都市境界層の数値シミュレーションに関して】

- 45) 日下博幸(2008). 都市気候モデリング研究の取り組みと今後の課題. 天気 55(4): 227-240.
- 46) Kusaka H, Kimura F, eds(2000). The effects of land-use alteration on the sea breeze and daytime heat island in the Tokyo metropolitan area. Journal of the Meteorological Society of Japan 78(1): 1-12.

Society of Japan(78): 405-420.

- 47) 神足洋輔・村上和男他(2008). 気象モデル WRF を用いた関東平野における土地利用が夏期の都市気象に与える影響. 水工学論文集 52: 229-234.
- 48) 財城真寿美・三上岳彦(2013). 東京における江戸時代以降の気候変動. 地学雑誌(122): 1010-1019.
- 49) 井上実・中野俊夫他(2005). 数値シミュレーションによる都市域熱環境に関する検討: 現在と江戸時代の熱環境の比較(都市計画). 日本建築学会技術報告集(21): 309-312.
- 50) 佐藤大樹・大岡龍三他(2008). メソスケール数値解析による海風の進入経路に沿った移動領域の顕熱・潜熱・平均運動エネルギー収支分析. 日本建築学会環境系論文集: 1029-1035.
- 51) 鳴海大典・羽原勝也他(2006). 都市熱環境緩和を目的とした大気熱負荷評価システムの開発その1 大気熱負荷排出条件の違いが地表付近の気温変化に及ぼす影響. 空気調和・衛生工学論文集(117): 11-19.
- 52) H.Kusaka, H. Kondo, eds(2001). A Simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multi-layer and slab models. Boundary Layer Meteorology(101): 329-358/
- 53) H.Kondo, Y. Genchi, eds(2005). Development of a multi-layer urban canopy model for the analysis of energy consumption in a big city: Structure of the urban canopy model and its basic performance. Boundary Layer Meteorology(116): 395-421.
- 54) 竹林秀樹, 森山正和(2007). 上空気象データを用いた海風による気温低下に関する考察, 日本建築学会近畿支部研究報告集: 257-260.
- 55) 森脇亮・神田学他(2003). 都市境界層における乱流プロファイルの大気安定度依存性. 土木学会水工学論文集(47): 1-6.
- 56) 森脇亮・神田学他(2004). 都市境界層における風速・温度のシア関数. 土木学会水工学論文集(48): 139-144.

参考文献

- 57) 渡邊倫樹・森脇亮他(2006). 都市域の陸面パラメーターの算定. 土木学会水工学論文集(46): 119-202.
- 58) 足永靖信・ウダンカ(2004). 空間平均処理を施した3次元都市キャノピーモデルの開発都市建築計画における都市気候予測システムの開発. 日本建築学会環境系論文集(586):45-51.
- 59) 章晋・神田学他(2008). 建物を解像したLESによる大気境界層の乱流相似則に関する研究. 水工学論文集(52): 313-318.
- 60) 日下博幸(2008). 都市気候モデリング研究の取り組みと今後の課題. 日本気象学会: 11-24.
- 61) 佐藤理人・村上暁信他(2010). 3DCAD対応熱環境シミュレータを用いた密集市街地の緑化による熱環境の緩和に関する研究. ランドスケープ研究 73(5): 601-606.
- 62) 梅干野晃・何江(2009). 熱収支シミュレーションによる市街地街区単位の夏季と冬季ヒートアイランドポテンシャルの解析. 日本建築学会環境系論文集 74(636): 217-223.
- 63) 梅干野晃・浅輪貴史他(2002). 土地利用と熱環境対策からみた都市街区におけるヒートアイランドポテンシャルの特徴. 日本建築学会計画論文集(559): 63-70.
- 64) 吉田伸治・大岡龍三他(2000). 樹木モデルを組み込んだ対流・放射・湿気輸送連成解析による樹木の屋外温熱環境緩和効果の検討. 日本建築学会計画系論文集(536): 87-94.
- 65) 飯野秋成・梅干野晃他(2002). 土地利用・土地被覆に着目した都市熱環境評価のための街区の類型化ー熱帯モンスーン気候地域における都市の熱環境評価に関する研究. 日本建築学会計画系論文集(544): 55-62.
- 66) 足永靖信・尹聖皖(2004). 東京都GISを用いた都市構造の統計分析と気温観測値との関連性. 日本建築学会環境系論文集(581): 81-86.
- 67) P.W. Li & S.T. Chan(2000). Application of a Weather Stress Index for Alerting the Public to Stressful Weather in Hong Kong. Meteorological Applications(7): 369-375.

【景観生態学・マトリクス計画論に関して】

- 68) Richard. T. T. Forman(1995). Land Mosaics-The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press.
- 69) 井出久登・武内和彦(1985). 自然立地的土地利用計画. 東京大学出版会, 東京, 227: 1985.
- 70) 加藤和弘・井出任(1995). ランドスケープ・エコロジー. ランドスケープ研究 58(3): 302-309.
- 71) 武内和彦(1982). 地域分級論の基礎概念. 農村計画学会誌 1(2): 10-15.
- 72) 武内和彦(1981). 自然立地的土地利用計画の方法論的研究. 造園雑誌 44(3): 137-154.
- 73) 横山秀司(1995). 景観生態学. 古今書院, 東京.
- 74) 山本勝利・大久保悟他(2000). 日本および東アジアにおけるランドスケープ・エコロジーの最近の動向. JILA64(2): 126-130.
- 75) 恒川篤史・上野知暁他(1986). 都市域におけるオープンスペースの変容および存続形態. 造園雑誌 49(5): 281-286.
- 76) 外間正浩・宮崎ひろ志他(2003). 用途地域が緑被率に与える影響に関する研究—NVI と緑被率の相関性を用いて—. 日本建築学会環境系論文集(569): 49-53.
- 77) 望月史子・清水裕之他(2007). リモートセンシングデータを用いた土地利用の集塊性把握の手法に関する研究—愛知県西部を事例として—. 日本建築学会計画系論文集(617): 47-54.
- 78) Uta Heiden・Wieke Heldens, eds(2012). Urban structure type characterization using hyperspectral remote sensing and height information, Landscape and Urban Planning1(105): 361-375.
- 79) Wieke Heldens(2009). Use of airborne hyperspectral data and height information to support urban micro climate characterization. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

【東京都心部における緑被地に関して】

- 80) 石川幹子(2001). 都市と緑地. 岩波書店.
- 81) 高取千佳・石川幹子(2012). 東京都心部における明治初期と現代のマトリクス構造の変化に関する研究 : 港区北部地域を対象として, 都市計画論文集 47(3): 577-582.
- 82) 片桐亮・横張真他(2008). 幕末江戸から明治初期にかけての江戸／東京における緑被地の変容. ランドスケープ研究 71(5): 479-482.
- 83) 片桐亮(2008). 旧武家地を対象とした明治初期東京における緑被構造の実態把握. 東京大学大学院新領域創成科学修士論文.
- 84) 藤井美波・横張真他(2002). 江戸時代末期の江戸における農地の分布形態の解明. 都市計画論文集(37): 931-936.
- 85) 土肥真人(1992). 明治期の公園誕生に関する考察—江戸・東京における街路との関係を軸に—. 都市計画論文集(27): 37-42.
- 86) 田畑貞寿・五十嵐政郎他(1984). 緑被地からみた江戸と東京の都市構造に関する研究. 造園雑誌 47(5): 298-393.
- 87) 田畑貞寿(1979). 都市のグリーンマトリクス. 鹿島出版会.
- 88) 田畑貞寿(2000). 緑と地域計画 I 都市化と緑被地構造. 古今書院.
- 89) 長谷部原・鈴木正和(1997). GIS による江戸—東京都市化過程におけるオープンスペースの変遷分析. ランドスケープ研究 60(5): 633-638.
- 90) 藤崎健一郎・島田久美子(1990). 東京都区部における都市公園解説史の量的解析. 造園雑誌 53(5): 79-84.

【江戸東京の空間構造の変遷に関して】

- 91) 山本泰四郎(1992). 東京大都市圏地域構造・計画の歩み・将来展望. 靖国社.
- 92) 陣内秀信(1985). 東京の空間人類学. 筑摩書房: 306.
- 93) 小林重敏(1971). 東京における都市所有と都市形成. 都市計画: 15-20.
- 94) 内藤昌(1966). 江戸と江戸城. 鹿島研究出版会: 244.
- 95) 中川清(1992). 近代東京における2つの画期—人口の自然動態をめぐって—. 総合都市研究(46): 155-172.
- 96) 長谷川徳之輔(1988). 東京の宅地形成史. 住まいの図書館出版局.
- 97) 羽生冬佳・渡邊貴介・十代田朗(2001). 江戸における大名屋敷の立地特性と都市及び庶民生活への影響に関する研究. 都市計画学会論文集(36): 223-228.
- 98) 村田尚生・渡邊貴介(1992). 界隈的要素からみた江戸のまちの空間的構造に関する研究. 都市計画学会論文集(27): 25-30.
- 99) 波多野陽介・小泉秀樹他(2000). 江戸組屋敷跡地における空間構造及び都市所有形態の継承性に関する研究. 都市計画学会論文集(35): 91-96.
- 100) 加藤仁美(1991). 明治期の大名屋敷跡地における住宅地開発について—麻生霞町の場合—. 都市計画論文集(26): 13-18.
- 101) 鹿内京子(2008). 東京下町における河岸の歴史的変遷に関する研究. 慶應義塾大学政策・メディア研究科博士論文.
- 102) 中島伸(2007). 帝都復興事業区画整理地区における街区設計と建物更新の実態に関する研究—旧京橋区東側地域を事例として—. 都市計画論文集 42(3): 421-426.
- 103) 藤原敦・小野良平他(2007). 東京・不忍通りにみる近代都市計画に基づく道路整備が都市形成に与えた影響. ランドスケープ研究 70(5): 701-706.

参考文献

- 104) 松本泰生・戸沼幸市(2004). 東京都心部における斜面地景観の変容—江戸東京の土地利用の変遷とその景観変化. 日本建築学会計画系論文集 577: 119-126.
- 105) 遠藤毅(2004). 東京都臨海域における埋立地造成の歴史. 地学雑誌 113(6): 785-801.
- 106) 横山隆三(1999). 開度による地形特徴の表示. 写真測量とリモートセンシング 38(4): 26-34.

【地図資料】

- 1) 参謀本部陸軍測量局(1984). 五千分一東京図測量原図. 日本地図センター
- 2) 児玉幸多(1994). 復元・江戸情報地図. 朝日新聞出版
- 3) 東京都・特別区・市町(2011). 都市計画公園・緑地の整備方針.
- 4) 東京都・特別区・市町(2010). 緑確保の総合的な方針.
- 5) 特定非営利活動法人 都心のあたらしい街づくりを考える会 都市構造検討委(2012). 国際性・先駆性を有するアジアを代表する都心の創造—赤坂・六本木・虎ノ門・新橋地域のまちづくり.
- 6) 国土技術政策総合研究所資料・建築研究資料 (2010). 地球シミュレータを用いた東京23区全域における高解像度のヒートアイランド数値解析.

図表一覧

【第1章】

- 図 1-1. 東京都心部における夏季の気温分布
- 図 1-2. 都市気象の階層性と本研究の対象スケール
- 図 1-3. 東京都心部における都市構造の変化と気温を規定する要因
- 図 1-4. パッチ・コリドー・マトリクス
- 図 1-5. 本研究で提案する空間構造の捉え方＝マトリクス構造
- 図 1-6. 江戸期（1608-1868）における都市スケールでの土地利用の変化
- 図 1-7. 明治期以降における広域スケールでの土地利用の変化
- 図 1-8. 明治初期と現代の同一地形上での建物・緑地の変化
- 図 1-9. 研究の構成
- 図 1-10. 研究の対象地

【第2章】

- 図 2-1. 江戸期身分制別土地利用データ
- 図 2-2. 新橋地区における明治 16 年陸軍参謀本部測量図の様子
- 図 2-3. GIS データ化
- 図 2-4. 明治 16 年建物階高データ
- 図 2-5. 明治 16 年緑地・水面データ
- 図 2-6. 明治 16 年 GIS データ化例
- 図 2-7. 平成 18 年土地利用データ
- 図 2-8. 平成 18 年建物階高データ
- 図 2-9. 平成 18 年緑地・水面データ
- 図 2-10. 明治 16 年と平成 18 年の土地被覆の整合性
- 図 2-11. 土地被覆の時間帯別地表面温度設定
- 図 2-12. 明治 16 年土地被覆データ
- 図 2-13. 平成 18 年土地被覆データ
- 図 2-14. 5m メッシュ DEM データ
- 図 2-15. 用途別延床面積規模別平均階高
- 図 2-16. 開口率・体積占有率の計算例

左：球体の場合、右：直方体の場合（国土交通省資料より）

図表一覧

- 図 2-17. 開口率・体積占有率の計算例（国土交通省資料より）
- 図 2-18. 密集した建物の屋上面及び壁面（国土交通省資料より）
- 図 2-19. 詳細化した建物の屋上の一部（国土交通省資料より）
- 図 2-20. 明治 16 年標高と建物高さ
- 図 2-21. 平成 18 年標高と建物高さ
- 図 2-22. 建物排熱の推計フロー（国土交通省資料より）
- 図 2-23. 自動車排熱（消費エネルギーベース）の推計フロー（国土交通省資料より）
- 図 2-24. 建物・道路の顕熱分布
- 図 2-25. 建物・道路からの潜熱分布
- 図 2-26. 建物各棟からの排出位置（国土交通省資料より）
- 図 2-27. 建物各棟からの潜熱分布例（14 時）（国土交通省資料より）
- 図 2-28. 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）
（国土交通省資料より）
- 図 2-29. 5m メッシュ別人工排熱量（顕熱 14 時）の例（西→東方向の鉛直断面）
（国土交通省資料より）

表 2-1. データ一覧

- 表 2-2. 地図内で見られた凡例と MSSG の土地利用インデックスの対応
- 表 2-3. 東京都 GIS の土地用途分類と MSSG の土地利用インデックスの対応
- 表 2-4. 土地被覆の熱的パラメータの設定
- 表 2-5. 人工排熱の排出位置

【第 3 章】

- 図 3-1. マトリクス構造分析の流れ
- 図 3-2. 地上開度分類イメージ
- 図 3-3. 地上開度分類
- 図 3-4. 道路構造データの構築
- 図 3-5. 分析単位の設定
- 図 3-6. 明治 16 年(左)平成 18 年(右) 単位別建ぺい率
- 図 3-7. 明治 16 年(左)平成 18 年(右) 単位別樹木率
- 図 3-8. 明治 16 年(左)平成 18 年(右) 単位別水面率
- 図 3-9. 明治 16 年(左)平成 18 年(右) 単位別草地率
- 図 3-10. 平成 18 年単位別低層・中層面積占有率
- 図 3-11. 明治 16 年(左)平成 18 年(右) 高層・超高層面積占有率
- 図 3-12. 明治 16 年(上)・平成 18 年(下) 高さ指標

- 図 3-13. 二時期の建蔽率・樹木率・水面率の差分
- 図 3-14. 明治 16 年の微地形別土地被覆の占有率 (%)
- 図 3-15. 平成 18 年の微地形別土地被覆の占有率 (%)
- 図 3-16. 明治 16 年建物・緑地分類
- 図 3-17. 平成 18 年建物・緑地分類
- 図 3-18. 明治 16 年建物・緑地分類
- 図 3-19. 平成 18 年建物・緑地分類
- 図 3-20. 明治 16 年ランドスケープ・ユニット 26 タイプ
- 図 3-21. 平成 18 年ランドスケープ・ユニット 31 タイプ

- 表 3-1. 微地形分類：地上開度と標高による分類
- 表 3-2. 道路分類：都市計画道路と一般道路による分類
- 表 3-3. 明治 16 年土地被覆別平均値
- 表 3-3. 明治 16 年：建築・緑地の分類指標
- 表 3-4. 平成 18 年土地被覆別平均値
- 表 3-5. 明治成分行列
- 表 3-6. 道路距離クラスタ分類
- 表 3-7. 明治建蔽率クラスタ分類
- 表 3-8. 明治樹林地率クラスタ分類
- 表 3-9. 明治水面率クラスタ分類
- 表 3-10. 平成成分行列
- 表 3-11. 道路距離クラスタ分類
- 表 3-12. 平成超高層密度クラスタ分類
- 表 3-13. 平成高層密度クラスタ分類
- 表 3-14. 平成中層密度クラスタ分類
- 表 3-15. 平成低層密度クラスタ分類
- 表 3-16. 平成樹林地率クラスタ分類
- 表 3-17. 平成草地率クラスタ分類
- 表 3-18. 平成水面率クラスタ分類
- 表 3-19. 明治 16 年微地形分類別土地被覆分類特化係数
- 表 3-20. 平成 18 年微地形分類別土地被覆分類特化係数
- 表 3-21. 微地形分類別土地被覆変化の特化係数

【第4章】

- 図 4-1. 解析領域
- 図 4-2. 典型的なヒートアイランド日における昼間の卓越風
- 図 4-3. 高度 40m, 100m, 200m における気温・風速分布（平成 18 年・明治 16 年）
- 図 4-4. 高度別気温分布（明治 16 年・平成 18 年・差分）
- 図 4-5. 微地形・建物と高度別の風の流れの関係
- 図 4-6. 水平ロール構造
- 図 4-7. 明治 16 年：高度 72.5m における鉛直風速 (m/s)
- 図 4-8. 明治 16 年：地上高度 42.5m における水平風速 (m/s)
- 図 4-9. 明治 16 年：緯度 35.665° ～35.705° までの平均気温の垂直断面
- 図 4-10. 平成 18 年：地上高度 42.5m における水平風速 (m/s)
- 図 4-11. 平成 18 年：地上高度 42.5m における鉛直風速 (m/s)
- 図 4-12. 平成 18 年：緯度 35.665° ～35.705° までの平均気温の垂直断面
- 図 4-13. 京橋地区における縦渦構造の水平断面
- 図 4-14. 京橋地区における縦渦構造の立体表現
- 図 4-15. 京橋地区における縦渦構造の鉛直断面
- 図 4-16. 明治 16 年：地上 2.5m 平均水平風速 (m/s)
- 図 4-17. 平成 18 年：地上 2.5m 平均水平風速 (m/s)
- 図 4-18. 明治 16 年：地上 2.5m 平均鉛直風速 (m/s)
- 図 4-19. 平成 18 年：地上 2.5m 平均鉛直風速 (m/s)
- 図 4-20. 明治 16 年：地上 2.5m 平均鉛直風速 (m/s) 拡大図：溜池谷
- 図 4-21. 平成 18 年：地上 2.5m 平均鉛直風速 (m/s) 拡大図：溜池谷
- 図 4-22. 明治 16 年：地上 2.5m 平均気温 (°C)
- 図 4-23. 平成 18 年：地上 2.5m 平均気温 (°C)
- 図 4-24. 明治 16 年：地上 2.5m 相対湿度 (%)
- 図 4-25. 平成 18 年：地上 2.5m 相対湿度 (%)
- 図 4-26. 明治 16 年：地上 2.5m 体感温度 (°C)
- 図 4-27. 平成 18 年：地上 2.5m 体感温度 (°C)
- 図 4-28. 明治 16 年：地上 2.5m 体感温度 (°C) 拡大図：溜池谷
- 図 4-29. 平成 18 年：地上 2.5m 体感温度 (°C) 拡大図：溜池谷

表4-1. 計算条件

【第5章】

- 図 5-1. 明治 16 年単位別平均風速 (m/s)
- 図 5-2. 平成 18 年単位別平均風速 (m/s)
- 図 5-3. 地上付近 二時期風速差 (m/s)
- 図 5-4. 明治 16 年単位別平均気温 (°C)
- 図 5-5. 平成 18 年単位別平均気温 (°C)
- 図 5-6. 地上付近 二時期気温差 (°C)
- 図 5-7. 明治 16 年最小風速 (左)・最大風速 (右)
- 図 5-8. 平成 18 年最小風速 (左)・最大風速 (右)
- 図 5-9. 明治 16 年最低気温 (左)・最高気温 (右)
- 図 5-10. 平成 18 年最低気温 (左)・最高気温 (右)
- 図 5-11. 明治 16 年体感温度 (°C)
- 図 5-12. 平成 18 年体感温度 (°C)
- 図 5-13. 明治 16 年ランドスケープ・ユニット別平均気温
- 図 5-14. 平成 18 年ランドスケープ・ユニット別平均気温
- 図 5-15. 明治 16 年ランドスケープ・ユニット別平均風速
- 図 5-16. 平成 18 年ランドスケープ・ユニット別平均風速
- 図 5-17. 明治 16 年微地形・土地被覆の回帰係数を用いた理想気温 (°C)
- 図 5-18. 明治 16 年解析気温—理想気温 (°C)
- 図 5-19. 平成 18 年微地形・土地被覆の回帰係数を用いた理想気温 (°C)
- 図 5-20. 平成 18 年解析気温—理想気温 (°C)
- 図 5-21. 明治 16 年水面・樹林地・建物隣接バッファ
- 図 5-22. 平成 18 年水面・樹林地・建物隣接バッファ
- 図 5-23. 明治 16 年隣接変数までを含めた回帰式による気温分布
- 図 5-24. 平成 18 年隣接変数までを含めた回帰式による気温分布
- 図 5-25. 高度 40m 局所的な強い下降・上昇流
- 図 5-26. 明治 16 年高度 70m における鉛直風速平均値 (m/s)
- 図 5-27. 平成 18 年高度 70m における鉛直風速平均値 (m/s)
- 図 5-28. 地上付近の気温の要因と空間階層性

表 5-1. 微地形と道路による単位設定の有効性の検証

表 5-2. 明治 16 年気温・風速とマトリクス指標の相関

表 5-3. 明治 16 年平均風速の重回帰分析結果

表 5-4. 明治 16 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速あり)

表 5-5. 明治 16 年平均気温の重回帰分析結果 (平均風速なし)

図表一覧

- 表 5-6. 平成 18 年気温・風速とマトリクス指標の相関
- 表 5-7. 平成 18 年地表面平均風速の重回帰分析結果
- 表 5-8. 平成 18 年平均気温の重回帰分析結果（平均風速あり）
- 表 5-9. 平成 18 年平均気温の重回帰分析結果（平均風速なし）
- 表 5-10. 明治 16 年変数間の相関係数
- 表 5-11. 平成 18 年変数間の相関係数
- 表 5-12. 明治 16 年隣接ユニットの平均気温による回帰分析結果
- 表 5-13. 平成 18 年隣接ユニットの平均気温による回帰分析結果
- 表 5-14. 平成 18 年指標間の相関係数
- 表 5-15. 明治 16 年下降流を含めた変数による平均気温の回帰分析結果
- 表 5-16. 平成 18 年下降流を含めた変数による平均気温の回帰分析結果

【第 6 章】

- 図 6-1. 都市環境計画の流れ
- 図 6-2. 土地被覆による二時期の気温差 4 タイプ
- 図 6-3. 気温変化なしタイプ
- 図 6-4. 気温上昇小タイプ
- 図 6-5. 気温上昇中タイプ
- 図 6-6. 気温上昇大タイプ
- 図 6-7. ランドスケープ・ユニットによる保全型評価図
- 図 6-8. ランドスケープ・ユニットによる緑地消失型評価図
- 図 6-9. 水面隣接による気温低減効果
- 図 6-10. 樹林地隣接による気温低減効果
- 図 6-11. 高層隣接による気温上昇効果
- 図 6-12. 隣接ユニットからの移流による評価図
- 図 6-13. 上空との熱交換からの移流による評価図
- 図 6-14. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針図
- 図 6-15. ネットワーク型緑地保全の指針図
- 図 6-16. 立体的都市構造による創造の指針図
- 図 6-17. 「緑のまちづくり指針図」イメージ
- 図 6-18. 緑地保全に関する現行制度
- 図 6-19. 緑地創出・再開発に関する現行制度
- 図 6-20. ランドスケープ・ユニット別指針図と緑地保全・創出に関する現行制度の比較分析
- 図 6-21. ランドスケープ・ユニット別指針図に対する施策例：市ヶ谷
- 図 6-22. ネットワーク型指針図と緑地保全に関する現行制度の比較分析

図 6-23. ネットワーク指針図に対する施策例：外濠

図 6-24. 立体的都市構造型指針図と緑地創出に関する現行制度の比較分析

図 6-25. 立体的都市構造に対する施策例：環状二号線再開発計画

表 6-1. 二時期の気温差の土地被覆変化量による重回帰分析結果

表 6-2. 平成ランドスケープ・ユニットと気温差 4 タイプの特化係数

表 6-3. 気温変化なしタイプと要因

表 6-4. 気温上昇小タイプと要因

表 6-5. 気温上昇中タイプと要因

表 6-6. 気温上昇大タイプと要因

表 6-7. ランドスケープ・ユニット別保全・修復の指針の設定

表 6-8. 「緑確保の総合的な方針」緑地確保水準

圖表一覽

発表論文

【 原著論文 】

(1) 論文(査読付き)

1. 高取千佳・大和広明・高橋桂子・石川幹子(2013). 明治初期と現代のマトリクス構造の変化が熱・風環境に与える影響に関する研究. 日本都市計画学会論文集 48(3): 1029-1034.
2. 高取千佳・石川幹子(2012). 東京都心部における明治初期と現代のマトリクス構造の変化に関する研究：港区北部地域を対象として. 日本都市計画学会論文集 47(3): 577-582.
3. 高取千佳・石川幹子(2010). 歩行者の移動経路に着目した都市公園の評価手法に関する研究—東京都京橋地区を対象として—. 日本都市計画学会論文集 45: 793-798.

(2) アブストラクト(査読付き)

1. Takatori, C. and Ishikawa, M. (2012). A Research on the Thermal Environment in the center of Tokyo Metropolitan Area based on the Block Structure from Edo period. GeoInfomatics 2012, Hong Kong, China.

(3) 論文 (査読なし)

1. 杉村剛・高取千佳・石川 幹子・高橋桂子(2011). 京橋川の風の道としての影響評価. 第 19 回土木学会地球環境シンポジウム講演集: 107-112.

【 学会発表等 】

1. 高取千佳・石川幹子(2012). 東京都心部における明治初期と現代のマトリクス構造の変化に関する研究：港区北部地域を対象として. 日本都市計画学会第 47 回学術研究発表会.

2. 高取千佳・石川幹子(2010). 歩行者の移動経路に着目した都市公園の評価手法に関する研究—東京都京橋地区を対象として—. 日本都市計画学会第 45 回学術研究発表会.
3. 高取千佳(2010). 京橋川再生.平成 22 年度東京大学グローバル COE プロジェクト「都市持続再生学の展開」年次総会. 東京大学. 東京.(ポスター発表)

【都市持続再生学研究奨励賞・受賞】

4. Takatori, C. and Ishikawa, M. (2012). A Research on the Thermal Environment in the center of Tokyo Metropolitan Area based on the Block Structure from Edo period. GeoInfomatics2012, Hong Kong, China.
5. Takatori, C. (2012). Change of Matrix Pattern from Meiji Period to Today based on Geographical Feature-A Case Study in the center of Tokyo Metropolitan Area;Northern Area of Minato Ward-, M. Ishikawa. Conference proceedings. The 17th Inter-University Seminar on Asian Mega-cities, Khabarovsk, Russia.
6. Takatori, C. (2011). Hierarchical Evaluation of the Impact on Thermal and Wind Environment by Urban Development Based on Blocks-A Case Study of Kyobashi District, Chuo Ward, Tokyo-. M. Ishikawa. Conference proceedings. The 16th Inter-University Seminar on Asian Mega-cities, Beijing, China.
7. Takatori, C. (2010). A Research on the relation between pedestrian's migration and urban park in Tokyo Metropolitan Area -In a case study of Kyobashi District-, J. Kim and M. Ishikawa, (eds.) Conference proceedings. The 15th Inter-University Seminar on Asian Mega-cities, Tokyo.
8. Takatori, C. (2011). Hierarchical Evaluation of Impact on Thermal and Wind Environment based on Dynamic Change of City Blocks -In a Case Study of Chuo Ward, Tokyo-, T. Sugimura and M. Ishikawa, (eds.) 11th International Congress of Asian Planning Schools Association, Tokyo. (ポスター発表)

【 その他の出版物・報告書・講演 】

1. 石川幹子・鹿内京子・三島由樹・高取千佳・林正樹(2011). SUR Issue 07 東京研究シリーズ 2 河岸:東京の遺伝子—京橋川 400 年 京橋川の再生. 東京大学・都市持続再生研究センター.
2. 気候変動適応戦略イニシアチブ気候変動適応研究推進プログラム「都市・臨海・港湾域の統合グリーンイノベーション」. 平成 22~24 年度研究成果報告書. 文部科学省「気候変動適応研究推進プログラム (RECCA)」.
3. 石川幹子・高取千佳・吉田葵(2012). 水と緑の再生と地球環境時代の都市ヴィジョン. 「第 29 回全国都市緑化フェア TOKYO」シンポジウムにて共同発表.
4. 石川幹子・高取千佳(2013). 東京都心部における基質構造 (マトリクス) の歴史的変化と熱・風環境評価に基づく都市環境計画研究. RECCA - S8 - 創生 D 研究交流会にて共同発表.
5. 高取千佳 (2012) . 東京都心部における江戸期からの都市構造の変遷と熱環境の変化に関する研究. 文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業気候変動適応研究推進プログラム「都市・臨海・港湾域の統合グリーンイノベーション—都市と海のつながりから環境を考える」講演会にて発表.
6. 高取千佳(2011). 地球シミュレーターで見る京橋川再生の可能性. NPO 京橋川再生の会 第 2 回オープンセミナー「参加者が語る京橋川の未来」にて発表.
7. 高取千佳・馬場弘樹・木村優介・片岡由香(2011). 学生提案競技を振り返って. 都市計画 60(5): 172-173.

【 受賞歴 】

1. 東京大学大学院工学系研究科「工学系研究科長賞」および「都市工学専攻最優秀修士論文賞」(平成 23 年度)

高取千佳. 歩行を原単位とするモビリティと熱環境の階層的評価による都市環境計画方法論に関する研究—東京都中央区京橋地区を対象として—, 2011 年 3 月.

2. 東京大学都市持続再生学センター「都市持続再生学研究奨励賞」(平成 22 年度)

高取千佳. 京橋川再生, 2010 年 9 月.

3. 日本都市計画学会創立 60 周年・さいたま市誕生 10 周年記念学生提案競技最優秀賞 (平成 23 年度)

高取千佳・川島宏起・氏家深志・加藤奈帆子・村井友利乃, 「おおみやびとの盆のまち」, 2011 年 8 月.

4. 東京大学大学院工学系研究科社会貢献「工学系研究科長賞」(平成 24 年度)

氏家深志・高取千佳・馬場弘樹・園田千佳・大山雄己、東日本大震災宮城県岩沼市復興支援チーム, 2012 年 3 月.

5. 東京大学大学院工学系研究科「都市工学専攻優秀博士論文賞」(平成 25 年度)

高取千佳. 東京都心部のマトリクス構造を基盤とした熱・風環境評価に基づく都市環境計画に関する研究, 2014 年 3 月.

謝辞

本論文を執筆するにあたり、多くの方々のご指導、ご助力を頂きました。石川幹子教授には、学部4年から6年間に渡るご指導、ご鞭撻を請け賜りました。石川教授の常に原点に立ち返り本質を見失わない姿勢、都市や緑地、またその中で生活を営む人々への真摯な情熱は、自身の今後の研究者、ランドスケープ・アーキテクトとしての礎となるものです。横張真教授には、最終学年としての一年間、指導教官として、多大なる重要なお指導を請け賜りました。論の全体の展開から細部に渡るまでの一連の流れの展開や、論文の骨子となる概念の必要性等、研究者としての心構えをご教授いただきました。論文の副査をしていただいた東京大学大学院浅見泰司教授、大方潤一郎教授、筑波大学大学院村上暁信准教授には、本論文に関する多くの有益なお助言を承りました。また、東京大学大学院都市工学専攻の先生方には、学部時代から、都市工学についての興味を広げて頂き、都市を対象とする困難さと面白さを学ばせて頂きました。また、羽藤英二教授には、気さくなお人柄から、親身になって研究のご相談に乗っていただき、研究に対する知的喜びを教えてくださいました。以上の先生方に、ここに、厚く感謝の意を表します。

気候変動適応研究推進プロジェクトとして、以下の皆様に多大なるご支援をいただきました。共同研究者である海洋研究開発機構の高橋桂子先生には、都市気象の観点から、本論文に対する意義や先見的知見についての的確なお意見とお助言を請け賜りました。また、高橋先生、後藤様、杉村様には、地球シミュレーターを活用し、シミュレーションを実施して頂きました。ハオ技術コンサルタントの和気様、木村様、村上様には、シミュレーションデータ化に関してご助力頂くとともに、貴重なご意見を頂きました。首都大学東京泉岳樹先生には、都市工学と気象に関して有益な知見をご教授頂きました。本論文は、以上の共同研究者の方々のご助力なしにはできなかつたものです。ここに心から感謝の意を表します。

さらに、研究の遂行において、東京大学大学院環境デザイン研究室の皆様には、大変お世話になりました。三島由樹助教、飯田晶子助教、また中央大学大和広明助教には、研究に関する貴重なご意見をいただくとともに、精神的な支えとなっていただきました。中央大学山下英也先生、秘書の泉田梯子さんには多くのサポートを頂きました。気候変動適応研究推進プロジェクトに共に携わった蛭田有希さん、吉田葵さんには、研究の議論を交わし、常に刺激を与えていただきました。また、研究室の先輩、後輩の皆様には、普段から苦楽を共に過ごさせていただき、研究生生活の支えとなっていただきました。ここに心から感謝の意を表します。最後に、日々の生活を支えてくれた家族に感謝いたします。

また、本研究は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム「都市・臨海・港湾域のグリーンイノベーション」、東京大学グローバル COE 都市持続再生学の展開、日本学生支援機構、日本学術振興会科学研究費補助金（特別研究員奨励費）からの支援を受けたものです。このような研究の機会を与えて頂き深く感謝いたします。