

名古屋市内の住宅市街地の地表面温度分布にもとづく空間特性

Spatial Characteristics Based on an Analysis of Surface Temperature Distribution of The Urban Residential Areas in Nagoya City

小林利夫*・西浦定継**・木下 瑞夫**

Toshio Kobayashi *・Sadatsugu Nishiura**・ Mizuo Kishita**

It has been said that urbanization in modern city causes heat island phenomenon, decreasing amount of green coverage not only at the edge of urbanized areas but inside of urbanized areas. Therefore, eco-friendly urban planning which is expected not only to mitigate heat island phenomenon but to increase the green coverage. This research analyzed the surface temperature distribution of urban residential areas in Nagoya city, focusing on the city as a whole and each district as individual. Our result reveals that the smaller building coverage ratio and floor area ratio become, which may produce more parks and green areas, the lower surface temperatures become. In addition, clusters of trees significantly lower surface temperatures.

Keywords: surface temperature, land use, building use, green area
地表面温度、土地利用、建物用途、緑地

1. はじめに

昨今の都心部への人口集中による都市化は、緑被を著しく減少させヒートアイランド現象の要因の一つと考えられている。そのため、ヒートアイランド現象緩和となる緑被の保全及び活用した自然配慮型のまちづくりが求められている。しかし、国内の大都市では面的整備の進んだ既成市街地内でのまとまった緑被の新規確保は困難である。

これまでにヒートアイランド現象と都市計画に関しては、ランドサットデータより気温特性と周辺地表面温度や土地被覆特性の関連性として、都市面積比率に比例して地表面温度も気温も高くなることが明らかになっている(天野・中川, 2007)。また、土地被覆が地域の熱特性に与える影響として温度、土地利用、植生量との関係が明らかになっている(春木ほか, 2003)。さらに、神戸市長田地区での土地利用ゾーニング規則の効果についてサーマルイメージを用いて、放射輝度温度の分析を行い、工業地帯が他用途よりも高い温度を示し、商業地と工業地帯の温度が住宅地より高いことが明らかにされ、他の都市での分析を行うことが必要であるとされている(山下ほか, 2007)。ミクロスケールの分析研究として、屋敷林の表面温度を用いて富山県礪波地域のヒートアイランド現象が分析されている(村上・梅千野, 2008)。さらに、野外の温熱環境にて三次元キャノピーモデルを使用することで緑地の効果が研究されている(吉田ほか, 2000)。

緑地の地表面温度低減効果のマクロスケールに関しては、緑被地の様々な特徴と地表面温度との関係を多変量解析手法を用いて解析し、都市内では樹林地が草地より低温になることが明らかになっている(澤田ほか, 2002)。また、地理情報システム(以下、GIS)及び多変量解析を用いて都市内での土地利用と地表面温度との関係から、緑が残る丘陵地近傍の住宅地では地表面温度が低温傾向であることが研究されている(Kobayashi et al., 2009)。

以上のように既成市街地内の熱緩和の軽減を図ることが今後の都市計画を進める上で必要である。そこで本研究では、人工衛星による輝度温度と地上の気温との関係について高い相関があることが解明されていることを踏まえ(巖・三上, 2002)、地表面温度と土地利用データと合わせて分析することにより、高温となる要因が工業系等の土地利用、建物利用であり、低温域とする要因が高木及び低木等の樹木系の緑被であることを念頭に、既成市街地内の地表面温度から低温域を抽出し、その土地利用及び空間構成等について分析し、理想的な居住環境の空間構成割合を把握することを目的として行った。補修^①

2. 研究内容

2-1 研究対象地域及びデータ緒言

研究対象は名古屋市全域とした。名古屋市は市域面積 326.45 km²、人口約 220 万人であり、戦前から他都市に比べ区画整理等の面的整備が盛んに行われており、住宅供給等の進捗により周辺都市からの人口集中が顕著である。現在では市域の約 7 割が面的整備済みであり、世界的に見ても都市基盤整備の進んだ都市である。

本研究では定量的な分析を行うため、用いる地表面温度は人工衛星により撮影されたデータを位置座標修正後、土地利用、建物利用、緑被のデータとともにGISへ取り込んで使用した。土地利用データはH19都市計画基礎調査結果(データ項目:土地利用用途(30種類、以下同様)、面積)、建物利用データはH18都市計画基礎調査結果(データ項目:建物利用用途(66)、構造(5)、階数、建築面積、延べ床面積)、緑被データはH17緑の現況調査結果(データ項目:緑被種目(13)、面積)、地表面温度データは人工衛星(ASTER H18.8.3 UTC1:45(日本時間 10:45)撮影 データ項目:温度)である。なお、撮影前日の天候は曇り時々晴で気温は平均26.3℃、最高30.9℃、最低23.4℃、平均湿度67%で、当日の天候は晴で気温は平均27.7℃、最高34.4℃、最低22.9℃、

*正会員 明星大学大学院

**正会員 明星大学 教授・工博

Graduate school of Science and Engineering, Meisei University
Dept. of Environmental Systems, Meisei University, Dr.Eng

平均湿度61%であった。撮影時却青で気温28.3℃、湿度60%であった。(名古屋地方気象台観測)以上のことから観測時の天候は晴で前日からの降雨等の影響はない状況であった。

2-2 研究方法

1) データベースの構築

人工衛星から得られた地表面温度データ(90m×90mメッシュ)をGISに取り込み、土地利用データ、建物利用データ、緑被データを地表面温度のメッシュに合わせてデータ加工を行った。地表面温度は、エラー値として考えられる低い温度の一部分を除外することで正規分布として捉えることができると判断した。さらに地表面温度の標準偏差(σ)の集計を進め、平均値の前後1 σ 間を平均温度域と設定し、平均温度域から1 σ 以上を高温域、平均温度域から-1 σ 未満を低温域としてデータベース化した。

以降において、作成したデータベースから抽出した高温域と低温域の空間特性を把握するため、それぞれについてフォーカスした分析をおこなった。

表1 データ項目(土地利用)

官公庁、教育、宗教・文化、医療養護、商業、業務、一般商業、娯楽、供給処理・運輸、工業、工業サービス、戸建住宅、中高層住宅、空地、駐車場、資材置場、田、農地、樹木、都市公園以外の公園、都市公園、道路、河川、鉄道、海面

2) 高温域での地表面温度と周辺土地利用との統計的関係

メッシュの標準偏差と異なっている要因の定量的な把握のため、構築したデータベースから目的変数を地表面温度、説明変数を土地利用、建物利用、緑被データとした重回帰分析を行った。

具体的には、本研究において都市における高温となる要因の把握のため、構築したデータベースから主に高温域になっているメッシュを対象に分析した。手順として、表1に示す土地利用データ項目の内、標準偏差から得られている1 σ 以上の温度域のメッシュ内に占める面積割合で上位3種類(供給処理・運輸、工業、道路)について説明変数を土地利用面積、目的変数を地表面温度とした重回帰分析を行った。

3) 温度低減のための空間的特性

低温となる空間的要因は、大規模な緑地・公園や熱を発生する大規模な工場などが存在する場合に周辺への影響が大きいことから、当該低温域の他に周辺の土地利用等の空間構成の把握が最も効果的な検討と考え、当該メッシュから2種類のバッファを発生させて集計した。具体的な方法としてはデータベース化したメッシュにGIS上で図1のように2種類(90m×90m、270m×270m)のバッファを発生させ、当該と周辺メッシュ(当該地から直接発生しているバッファをバッファ1、バッファ1から発生させているのをバッファ2とした。)との平均温度の差を求め、土地利用等の条件から低温域を抽出した。抽出対象となったメッシュ数は、土地利用データ42,119メッシュ、建物利用データ36,113メッシュ、緑被データ39,776メッシュであり、緑被や道路等の配置状況を把握するには対象数が多いことから、検討可能なメッシュ数に絞り込んだ。絞り込んだデータは、統

計解析により特性を分析し、ミクロ的な検証のため現地において気象観測実験を行った。

4) 考察

以上の分析を踏まえ考察した。

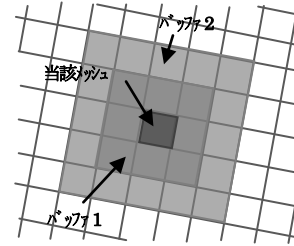


図1 バッファ1・2(90mメッシュ)

表2 高温域の地表面温度と土地利用の重回帰分析

項目	係数
供給処理・運輸	-0.114 ns
工業	0.345 ns
道路	0.066 ns
R	0.382
F	3.251 *

ns:有意でない(not significant)

*:5%有意レベル

3. 研究結果

3-1 データベースの構築

地表面温度データのメッシュ構成(名古屋市全域:12,100メッシュ)に合わせて各種データの属性を組み込み、地表面温度の標準偏差を調べ、そのうち1 σ 以上を高温域(2,977メッシュ)とし、さらに1 σ 以上2 σ 未満、2 σ 以上3 σ 未満、3 σ 以上に分類した。同様に-1 σ 未満を低温域(6,298メッシュ)とし、-2 σ 以上-1 σ 未満、-3 σ 以上-2 σ 未満、-3 σ 未満に分類した。

3-2 温度低減の空間特性

1) 高温域の地表面温度と周辺土地利用との重回帰分析

分析結果は、表2に示すとおり重相関係数(R)は0.382と低く、明確な関連性の把握はできなかった。

2) 高温域の「主成分への回帰」手法による地表面温度と周辺土地利用の分析

先の重回帰分析の結果が統計的検定を満たすことができなかった。今後の集計においてマルチコリニアリティが起こる可能性があったため、表1の土地利用データ項目のうち、メッシュ内の各土地利用面積の割合が2%以上を占めている8用途(教育、医療養護、供給処理・運輸、工業、戸建住宅、資材置場、都市公園、道路)について主成分分析をおこなった。分析結果から固有ベクトルを用いて各セルの主成分得点を計算した。目的変数を高温域の地表面温度、説明変数を各セルの主成分得点とした重回帰分析を行った。図2に「主成分への回帰」手法を示す。

①高温域の主成分分析(PCA)による8項目の固有ベクトル
 土地利用8項目の主成分分析により、表3に示す3つの固有値(1.0以上、寄与率は約60%)を得た。新たに得られた固有ベクトルに基づいて各PCの意味付けを行った。PC1は、一戸建住宅と工業の固有ベクトルが絶対値として高い値を示し、そ

の内、工業は負であることから住環境特性を示している。PC 2は、供給処理・運輸が負の値を示しているが、教育、医療養護、工業、戸建住宅の固有ベクトルは高い値である。これらは人間活動を示している。PC 3は、都市公園、道路、資材置場の固有ベクトルが高い値を示し、他の土地利用は負であるため、公園等のオープンスペースを示している。

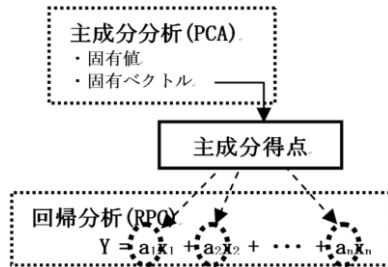


図2 「主成分への回帰」手法

表3 高温域の主成分分析による8項目の固有ベクトル

項目	ベクトル		
	PC1	PC2	PC3
教育	0.446	0.255	-0.207
医療養護	0.413	0.216	-0.442
供給処理・運輸	0.09	-0.902	-0.264
工業	-0.785	0.495	-0.081
戸建住宅	0.76	0.318	-0.241
資材置場	0.111	-0.08	0.339
都市公園	0.189	0.062	0.7
道路	0.698	0.032	0.356

②高温域の各主成分得点との重回帰分析

目的変数を高温域の地表面温度、説明変数を各主成分得点として重回帰分析を行った。その結果、表4に示すとおり、F値(2.971)は10%の有意レベルをクリアしたが、重相関係数(R)(0.368)は高くなかった。PC1、2、3の主成分得点(以下、係数)は、5%の有意水準でT検定を満たしていた。これらの結果に基づいて各PCの意味付けをすると、PC1の係数が負であることは、工業目的での使用が多いほど、地表面温度が高くなることを示している。PC2の係数が正であることは、人間活動が地表面温度を増加させることを示している。PC3の係数が正であることは、公園等のオープンスペースがある場合に地表面温度が低くなることを示している。

以上のことから地表面温度の高温域と土地利用との関連性を定量的に得ることができた。

3) 低温域の土地利用条件によるメッシュの絞り込み

次に低温域内の土地利用等の空間構成を把握することが高温域への対策として最も効果的な検討と考え、低温となる空間的要因の抽出を行った。

表4 高温域の各主成分得点との重回帰分析

項目	係数
PC1	-0.253 *
PC2	0.265 *
PC3	0.032 *
R	0.368
F	2.971 **

ns: 有意でない(not significant)
 *: 10%有意レベル

表5 平均温度差の計算

メッシュ番号	当該メッシュ温度	バッファ1温度	(当該) - (バッファ1)温度	バッファ2温度	(当該) - (バッファ2)温度
204	25.15	25.28	0.13	25.32	0.17
205	25.25	25.30	0.05	25.26	0.01
.

表6 主成分分析結果(バッファ1)

バッファ1	成分		
	PC1	PC2	PC3
工業	0.072	-0.212	-0.080
緑	-0.415	0.901	0.127
インフラ	0.956	0.218	0.194
空地	-0.314	-0.250	0.916
1~3階	0.159	-0.029	0.255
4階以上	0.185	-0.138	-0.395
建物棟数	0.194	-0.050	0.214
一戸建て	0.088	0.041	0.320
共同住宅	0.160	-0.168	-0.288
建ぺい率	0.343	-0.007	0.138

抽出方法としては、図1に示す当該メッシュから2種類のバッファを発生し、表5に示す各バッファの平均温度と当該メッシュとの温度差(「当該温度」-「各バッファ平均温度」)を集計し、平均温度差以上のメッシュを抽出した。

集計の結果、対象となる低温域のメッシュ数が多かったため、2段階の抽出条件を設定し対象件数の絞り込みを行った。補注② 絞り込みの結果、当該メッシュとバッファ1・2に5割以上の住宅・商業を含むメッシュの箇所数(154メッシュ)が統計解析及びその後の分析及び検証を進める上で妥当な値と考え今後の検討に用いた。

4) 低温域の主成分分析による抽出後の特性把握

当該メッシュ、バッファ1・2の土地利用・建物利用データの各種要素のウェイトを把握するため、抽出したメッシュの土地利用・建物利用データから各10個の説明変数を設定し主成分分析を行い表6に示す3個の合成変数(PC)を作成した。

当該メッシュ、バッファ1・2からPCの特徴は近似する結果が得られた。各PCの意味付けをするとPC1は鉄道・道路・駐車場のインフラの多い住宅地を示し、PC2は緑の多い住宅地を示し、PC3は空き地の多い住宅地を示していると判断できる。

5) 低温域の重回帰分析による抽出後の特性把握

主成分分析で作成した3個の合成変数が当該メッシュ、バッファ1・2の地表面温度に及ぼす影響を把握するため、合成変数を説明変数、当該メッシュ、バッファ1・2の地表面温度を目的変数として重回帰分析を行った。

分析の結果は、表7に示すとおり、当該メッシュは決定係数(R²)が低く、有意レベルを満たさないことから合成変数を説明変数、地表面温度を目的変数とした場合では説明できないことが分かった。バッファ1は、決定係数が低いPC2で10%有意レベルを満たし、PC3で5%有意レベルを満たしていた。バッファ2は、決定係数が低いPC3で10%有意レベルを満たしたが、PC2は有意レベルを満たしていなかった。

以上の結果から緑被との関連性があり、PC2の有意レベル10%を満たしているバッファ1の合成変数の主成分得点を用いて、次のクラスター分析を行った。

表7 低温域の重回帰分析結果

	当該メッシュ	バッファ1	バッファ2
	R ²	R ²	R ²
	0.120	0.489	0.432
説明変数	回帰係数	回帰係数	回帰係数
PC1	0.108	0.441	0.361
PC2	-0.062	-0.147 **	-0.014
PC3	0.023	-0.154 *	0.127 **

*: 5%有意レベル ** : 10%有意レベル

表8 クラスタ分析結果 (バッファ1)

グループ	メッシュ数	主成分得点平均			バッファ1土地利用面積 (㎡)			
		PC1	PC2	PC3	工業	緑	インフラ	空地
1	15	-1.24	-0.4	1.41	218.97	3465.50	9530.95	8421.94
2	8	-1.18	-1.02	-2.08	44.58	507.87	6873.53	545.43
3	17	-0.77	1.97	-0.19	41.50	8506.75	11883.20	2715.51
4	53	-0.03	-0.35	-0.25	144.76	1494.03	12564.86	3463.75
5	16	0.61	-0.41	1.05	389.45	1089.09	15589.65	6067.49
6	24	1.37	0.23	-0.19	225.72	1375.19	17818.43	2127.78

6) 低温域のクラスタ分析によるバッファ1の特性把握及びメッシュの抽出

クラスタ分析の結果から表8に示す6グループにわけることができた。グループ特性としてグループ3のPC2では、緑を多く含んだ17メッシュ (以降、メッシュ=箇所) がある結果であった。図3にグループ3の17箇所の分布を示すが、平和公園や東山公園等がある市東部の住宅地を中心に16箇所が存在し、うち数箇所お近接していた。

7) 低温域のメッシュの特性

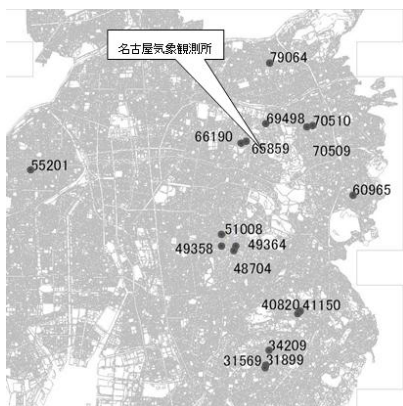


図3 グループ3の市街地内の低温域(17箇所)
(図中番号: メッシュ番号)

表9 抽出メッシュの特徴 (バッファ1)

メッシュ番号	建ぺい率	容積率	オープンスペース率	緑被率
79064	81.03	41.75	36.24	17.83
70510	33.62	110.70	36.80	16.76
70509	36.11	99.31	37.50	17.74
69498	41.55	97.16	40.46	24.94
66190	33.33	67.90	37.94	35.61
65859	32.50	73.75	37.70	46.15
60965	35.43	58.17	35.06	31.80
55201	50.15	92.13	30.87	17.98
51008	31.12	66.72	33.79	42.75
49364	38.41	94.62	28.55	35.93
49358	35.62	73.91	31.78	40.48
48704	34.60	87.59	37.54	45.96
41150	35.11	94.93	30.70	22.02
40820	36.81	115.30	29.49	21.77
34209	40.92	95.18	36.43	18.18
31899	44.39	86.82	41.84	23.17
31569	44.75	91.88	43.49	19.75
平均	40.32	85.17	35.66	28.17

単位: %

抽出した17箇所の傾向として表9に示すとおり、バッファ1でオープンスペース率の平均は35.66%である。また、緑被率が28.17%と市平均(24.8%)より高い。

表10にバッファ1の緑被データに基づく緑被種目を示すが、高木の占める割合が他の種目に比べて高いことから、立体的な緑被が豊富なため、樹木の影の影響であると考えられる。

次に、この17箇所について緑被・土地利用・建物利用の配置状況をGISデータ及び航空写真から分析した。

17箇所の分析の結果、市平均緑被率より高い箇所と低い箇所に分けられ、緑被率の高い箇所では緑被種目で高木・低木の樹木系が多い。これは芝地・草地等の平面的な緑被より、樹木系の樹冠による立体的な緑被効果が影響していると判断できる。

一方、市平均より緑被率の低い箇所の特徴は3つあり、1つ目は道路、公園、広場等が比較的多く、建ぺい率、容積率が低いことが影響している。2つ目は建物敷地内で緑被以外に用いられている敷地(戸建や集合住宅の駐車場、駐輪場等)が多いことが影響している。3つ目はバッファ1・2周辺に高木・低木の構成比が高い地区公園、団地内公園、社寺が立地しており、当該メッシュの緑被より周辺緑被の影響により温度低下していると判断できる。

表10 抽出メッシュの緑被種目 (バッファ1)

メッシュ番号	高木	低木	竹林	街路樹高木	街路樹低木	芝地	草地	水田	畑	果樹園	その他の農地	河川	ため池等
79064	46.85	32.98	0.00	2.61	0.00	0.63	9.62	0.00	7.31	0.00	0.00	0.00	0.00
70510	21.85	38.45	0.00	0.00	0.00	25.40	11.56	0.00	2.73	0.00	0.00	0.00	0.00
70509	20.18	36.65	0.00	0.00	0.00	29.53	11.56	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00
69498	53.14	29.59	0.00	0.00	0.00	4.77	10.46	0.00	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00
66190	63.38	25.03	2.79	0.00	0.00	1.87	6.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65859	61.44	27.38	1.52	0.00	0.00	3.35	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60965	35.43	25.02	9.08	0.00	0.00	0.96	14.05	0.00	15.46	0.00	0.00	0.00	0.00
55201	80.04	12.66	0.00	0.00	0.00	1.39	0.67	0.00	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00
51008	69.68	21.93	0.00	0.02	0.00	5.08	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
49364	84.93	4.22	3.13	0.00	0.00	6.06	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49358	72.31	13.44	0.00	0.00	0.00	3.42	3.03	0.00	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00
48704	80.60	3.71	9.10	0.03	0.00	4.75	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41150	48.77	14.94	0.00	0.05	0.00	10.64	14.21	0.00	11.38	0.00	0.00	0.00	0.00
40820	55.84	10.49	0.00	0.69	0.00	14.01	10.33	0.00	8.64	0.00	0.00	0.00	0.00
34209	53.71	10.58	0.00	0.05	0.00	0.00	12.01	0.00	23.65	0.00	0.00	0.00	0.00
31899	39.33	1.27	0.00	4.16	0.00	19.94	4.39	0.00	16.30	0.00	10.40	0.00	4.22
31569	43.81	2.69	0.00	6.02	0.00	30.83	4.31	0.00	1.45	0.00	5.95	0.00	4.95
平均	54.78	18.30	1.51	0.80	0.00	9.57	7.40	0.00	6.12	0.00	0.96	0.00	0.56

単位: %

8) 気象観測実験による検証

以上の結果からミクロ的な検証のため気象観測実験を行った。対象地域は、比較的平坦な地形で通過交通等の影響がないことを選定条件に、低温域1箇所(メッシュ番号51008)と比較検討のため高温域1箇所(メッシュ番号37780)を抽出した。

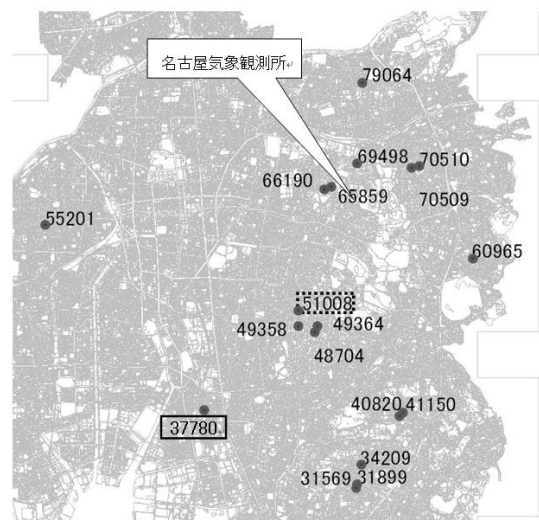


図4 観測対象(破線囲み: 低温域、実線囲み: 高温域)

・観測項目：気温（各箇所の防犯灯に10測点設定）、地表温度（①熱電対調査、②地表温度（人工衛星 ASTER 撮影））、
 ③資料収集：大気観測（アメダス等）

・観測期間：①気温 平成22年9月3日～10日 ②地表温度観測 平成22年8月30日～9月13日（地表温度観測結果は、雲量等を考慮し13日 UTC13:00(日本時間 21:00)撮影データを使用した。なお、撮影時の風速は4.3m/sであった。（名古屋地方気象台観測）

・気温の観測方法：データロガー方式による24時間観測

観測後にデータ補正しGISに展開し各観測点に10～30mのバッファを作成、各バッファのGISデータを抽出、観測気温との関連性について解析した。

なお、使用する気温データとして日時選定を名古屋地方気象台、東海及び蟹江気象観測所の測定データより、冷気のにじみだし現象によって気温低下が見込まれる日降水量0.5mm以下・日射時間7時間以上・夜間平均風速2m/s前後・夜間雲量が「晴天」の日を選定した。その結果、9月5日午前5時を基準とした。

観測の結果、各観測点の平均気温は、低温域27.9度、高温域28.9度であった。各バッファとも空間構成上同様の結果であり、表11及び表12に低温域及び高温域の15mバッファでの緑被構成を示し、表13に低温域の15mバッファでの土地利用構成を示す。

低温域の緑被面積は全体で2,973.7m²、緑被構成は高木及び低木等が全体で約9割を占めている。高温域の緑被面積は全体で439.8m²、緑被構成は高木及び街路樹高木の割合が高いが、面積規模が小さいため低温域より緑被効果が低いことがわかった。なお、低温域と高温域の全てを対象としたものではないが、今回の観測地点での土地利用構成からオープンスペースに含まれる道路用地が両区域とも全体で約5割あるものの、高温域では工業用地の占める割合が低温域より全体的に高く、高温化に土地利用が影響していることが観測実験により明らかであった。

4. 考察

これまでの分析結果から低温域となる空間構成として、建物等の施設構成では建ぺい率、容積率が低く、公園等のオープンスペース率が高いと地表温度を緩和しやすくなることが分かった。

特に低温化において緑被の影響は大きく、樹木系（高木及び低木）が効果的であり、樹木系を積極的に設置するよう緑被の保全制度内に緑被種類の指定及び管理育成方法の対応も必要である。また、既存の緑地保全の指標として二次元的指標である緑被率を用いているが、今回の分析結果から樹木系緑被の温度低減効果は大きいことから、立体的な緑被効果を考慮する必要がある。

表11 低温域(51008)の緑被構成(15mバッファ)

観測点	高木	低木	竹林	街路樹高木	街路樹低木	芝	草	水田	畑	果樹園	その他の農地	河川	ため池等	合計面積	気温
低温01	56.6%	43.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.4
低温02	76.4%	21.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.1
低温03	0.0%	24.4%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	73.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.5
低温04	93.0%	7.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.0
低温05	94.5%	5.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.4
低温06	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.5
低温07	56.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	43.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.2
低温08	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.5
低温09	95.1%	4.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.7
低温10	97.8%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	29.1
計	83.6%	7.2%	0.0%	0.2%	0.0%	2.3%	6.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	

表12 低温域(37780)の土地利用構成(15mバッファ)

観測点	高木	低木	竹林	街路樹高木	街路樹低木	芝	草	水田	畑	果樹園	その他の農地	河川	ため池等	合計面積	気温
高温01	0.0%	62.2%	0.0%	37.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.9
高温01	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.8
高温01	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.9
高温01	96.0%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.7
高温01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.8
高温01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.8
高温01	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	29.0
高温01	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	29.1
高温01	0.0%	41.4%	0.0%	58.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.9
高温01	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.9
計	38.6%	29.2%	0.0%	32.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	

表13 高温域(51008)の緑被構成(15mバッファ)

観測点	住宅用地	商業用地	工業用地	公共公益用地	公共空間	道路用地	水面	交通施設用地	その他空地	田	畑	山林	その他	合計面積	気温
低温01	29.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	66.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%	100.0%	27.4
低温02	22.4%	0.0%	0.0%	33.4%	0.0%	43.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	100.0%	28.1
低温03	55.1%	0.0%	0.0%	4.7%	0.0%	40.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	27.5
低温04	29.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	70.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.0
低温05	57.4%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	40.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	28.4
低温06	47.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	51.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	100.0%	27.5
低温07	29.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	46.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.3%	11.9%	100.0%	28.2
低温08	0.0%	13.1%	0.0%	0.0%	0.0%	48.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34.9%	3.6%	100.0%	27.5
低温09	19.2%	22.1%	0.0%	0.0%	0.0%	57.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	100.0%	27.7
低温10	16.9%	0.0%	0.0%	32.4%	0.0%	50.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	29.1
計	30.6%	3.8%	0.0%	7.1%	0.0%	51.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	1.7%	100.0%	

なお、本論の分析手法は、①居住環境の維持及び創出に向けた法定都市計画で地区計画や開発指導において、地域特性に応じた土地利用構成・緑被割合・緑被種別の設定に活用できる手法である。②特に都市緑地法における緑化地域制度では、目標緑被率の設定根拠として活用することで制度の普及に利用できることが期待される。③都市計画法第6条に基づいた5年ごとに実施されている都市計画基礎調査結果と比較的安価に入手が可能な人工衛星の地表面温度を用いることが可能で汎用性があり、経年的な変化を捉えることが可能であると考えている。

今後は、ヒートアイランド現象の抑制となる空間配置の検討が必要であると考えている。

謝辞

本研究の遂行には、名古屋市役所、明星大学 亀掛川幸浩准教授のご協力によるところが大きい。記してここに感謝の意を示す。

補注

(1) 本論文中で用いている地表面温度とは緑地等の自然地に建物外壁やアスファルト等の人工被覆地も含めた表面温度である。

(2) 第1段階の抽出条件は、住宅市街地での都市熱緩和の目的から市域外・鉄道・資材置場を1,000m²以上、道路を2,000m²以上、河川・海面を当該に含み(該当メッシュ数 2,886 以下同様)、かつ当該とバッファ1に6割以上、樹林地・田を含み(2,497)、かつバッファ1に1/4の以上河川・海面、3/8以上の田・畑・樹林地・資材置場・鉄道及び、当該に5割以上の田・畑を含み(2,293)、かつバッファ1に工業を1/2以上で、当該地に田・畑・樹林地・資材置場・鉄道を含む(2,210)メッシュは除いた。

第2段階の抽出条件は、当該とバッファ1・2に5割以上の住宅・商業を含む(154)、当該とバッファ1・2に6割以上の住宅・商業を含む(24)、当該とバッファ1に7割以上、バッファ2に6割以上の住宅・商業を含む(10)メッシュを抽出した。

参考文献

- 1) 天野智順, 中川敬介: ランドサットデータを用いた都市域の気温と土地被覆との関連性, 富山県立大学紀要, 17, pp108-113, 2007
- 2) 巖網林, 三上岳彦: ランドサットTM熱画像による輝度温度と地上気温との関係の分析, 地理雑誌, 111, pp695-710, 2002
- 3) 春木智洋, 巖網林, 小堀洋美: 衛星熱画像を用いた都市域の温度分布特性の分析, 地理情報システム学会講演論文集, Vol. 12, pp115-118., 2003
- 4) Toshio Kobayashi, Sadatsugu Nishiura, Mizuo Kishita: Analysis of the Statistical Relation between Surface Temperature and Land Use-A Macro-scale Empirical Study on Nagoya City, International Symposium on Urban Planning, pp408-418, 2009

5) 村上暁信, 梅干野晃: 樹冠の表面温度に着目した小都市におけるヒートアイランド現況の分析, 日本都市計画学会都市計画論文集, No. 43-3, pp691-696, 2008

6) 澤田大介, 本條毅, 丸田頼一, 木村圭司: ランドサットTMデータによる都市の緑被地と表面温度分布との関係の解析, 環境情報科学別冊環境情報科学論文集, No. 16, pp393-398, 2002

7) 山下卓洋, 田中貴宏, 森山正和: 用途地域指定が地域の熱環境に与える影響 神戸市長田区における熱画像の解析を通して, 日本建築学会計画系論文集, No. 622, pp145-152, 2007

8) 吉田伸治, 大岡龍三, 持田灯, 富永禎秀, 村上周三: 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, No. 536, pp87-94, 2000

9) 名古屋市: 私たちの名古屋2002, 2002

10) 名古屋市: 名古屋都市計画の歴史, 1990

11) 名古屋市: 名都市計画概要2003, 2003