

住宅市街地内における地表面低温域におけるGISを用いた空間特性に関する研究

Research on spatial characterization that uses GIS in low temperature of ground level region in urban area house

小林利夫*・西浦定継**

Toshio Kobayashi *・Sadatsugu Nishiura**

The purpose of this study is to quantitatively evaluate the influence of various types of land use on the urban thermal environment. We used the following data for the study: surface temperature levels captured using ASTER, land and building use, and green area. We analyzed the relation between the temperature level and land use data in the city of Nagoya. With regard to land and building use, it was found that industrial, commercial, and business would increase the temperature. On the other hand, green area, particularly tall trees, could cool the surrounding areas. Multi-variable analysis proved conventional theories on the relation between surface temperature and land use.

Keywords: Urban Thermal Environment, Surface Temperature, Land Use, Building Use, Green Area
都市熱、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おける都市化は、緑被を著しく減少させ都市熱を増加させるなど、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極めて困難である。

今まで都市熱と土地利用の分析について、山下1)は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、放射表面温度の分析を行った。また、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を明らかにし、他の都市で同様の種類の分析を行うことが必要であると提案した。

ミクロスケールの分析研究として、村上2)は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を分析した。さらに、吉田3)は、野外の温熱環境におい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を研究した。

これまで緑地効果のマクロスケールにおける分析研究としては、筆者らが人工衛星による地表面温度データをGISに用いて都市内の緑地や河川等の緑被が低温域になる傾向があるなどの土地利用と表面温度との関係を実証的分析4)から明らかにした。

そこで本研究では、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することで今後の都市デザイン時の検討指針となりうる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おこなった。

2. 研究内容

2-1 研究対象地域

研究対象は、戦前から面的整備が行われ、市域の約7割で整備された名古屋市全域とした。

2-2 研究方法

本研究の具体的な進め方は、衛星データから得られる地表面

温度(90m×90mメッシュ)をGISに取り込み、メッシュに2種類(90m×90m、270m×270m)のバッファを発生させ、周辺メッシュ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、絞り込みを行った。絞り込んだデータの土地利用等の構成要素について統計解析を用いて特性を分析した。

2-3 データ緒言

・建物データ：都市計画基礎調査結果(H18)

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 (括弧内は種類数。以下同様)

・土地データ：都市計画基礎調査結果(H19)

データ項目：土地利用用途(30)、面積

・緑被データ：緑の現況調査結果(H17)



図1 研究対象(名古屋市全域)

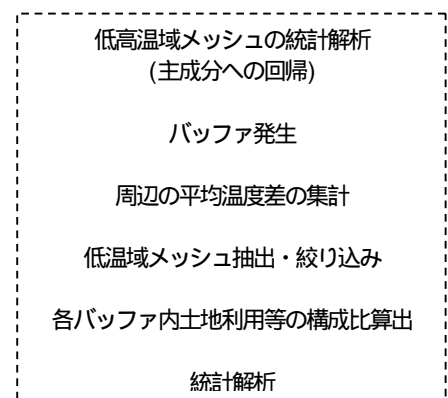


図2 研究フロー

*明星大学大学院博士課程後期

**明星大学 教授・工博

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

データ項目：緑被種目(13)、面積

・熱データ：人工衛星 (ASTER) (H18.8.3 1:45 撮影)

データ項目：温度

3. 研究結果

3-1 主成分への回帰

人工衛星による熱データの標準偏差から低高温域の特性分析をおこなった。この過程において「主成分への回帰」により分析を行った。

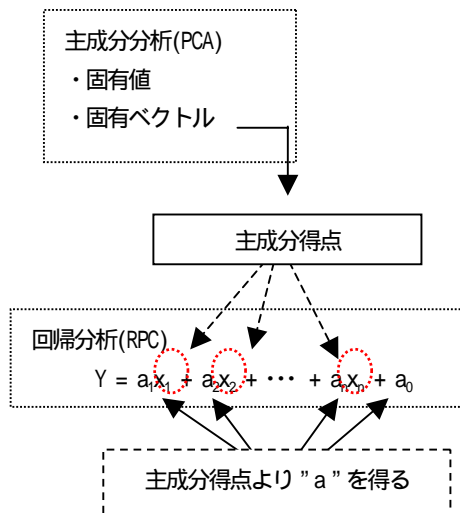
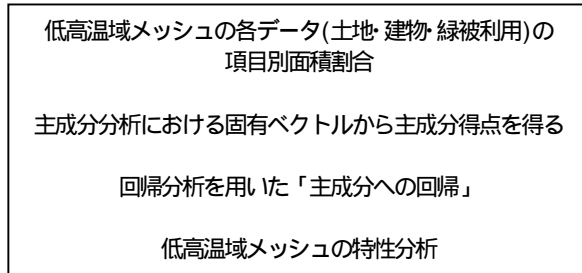


図3 主成分への回帰

1) 主成分分析 (PCA) による 8 項目の固有ベクトルメッシュ内の空間用途面積を 8 種類に分類し、固有ベクトルを求めた。

表1 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

(PC1の解釈)

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。

(PC2の解釈)

供給処理・運輸は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。これらの土地利用

は人間の活動を示している。

(PC3の解釈)

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った。これは公園等のオープンスペース系の土地利用を示している。

表2 回帰分析

2) 固有ベクトル(PC)

の回帰分析による各係数

F 値 (2.971) の結果は 10% の優位レベルをクリアしたが、重回帰係数 (0.368) は高くなかった。PC1、2、3 の係数は 5% の有意水準で T 検定を満たした。

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

ns : 優位でない (not significant)

* : 10% 優位レベル

PC1 の係数が負であっ

たということは、工業目的での使用が大きければ大きいほど、表面温度が高くなることがわかった。PC2 の係数は、人間の活動が表面温度の増加することがわかった。PC3 は、公園等のオープンスペースが確保された場合に低温域になることがわかった。

3) 主成分への回帰による低高温域の特性

主成分への回帰により土地利用と表面温度のマクロスケールによる実証的分析で低高温域の特性として明らかにしたことは下記のとおりである。

- ・緑地と河川を含むメッシュは、緑と水が温度を低下させる。
- ・工業、商業と業務の利用は表面温度の増加につながる。
- ・公園、戸建住宅では表面温度が低下している。
- ・緑被利用の高木は領域を冷やす。

3-2 低温域メッシュの抽出

周辺より熱を緩和しているメッシュの抽出を行った。方法としてはメッシュ自身と周辺メッシュとの平均温度の差をみるため、当該メッシュから 2 種類のバッファを発生させた集計した。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。

第 1 段階の抽出条件として、住宅市街地での都市熱緩和を念頭にしているため、関係の薄い用途を多く含むメッシュは除いた。

- A) 市域外・鉄道・資材置き場を 1000m² 以上、道路を 2000m² 以上、河川・海面を当該メッシュに含むもの。(該当メッシュ数 : 2886 箇所)
- B) 当該メッシュとバッファ 1 に 6 割以上、樹林地・田を含むもの。(該当メッシュ数 : 2497 箇所)
- C) 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・資材置き場・鉄道を含む、当該メッシュに 5 割以上の田・畑を含むもの。(該当メッシュ数 : 2293 箇所)
- D) バッファ 1 に工業を 1 / 2 以上かつ、当該地に田・畑・樹林地・資材置き場・鉄道を含むもの。(該当メッシュ数 : 2210 箇所)

第 2 段階の抽出条件として、E) から G) を試みた。

- E) 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を抽出。(該当メッシュ数: 154箇所)
- F) 当該メッシュとバッファ1・2に6割以上の住宅・商業を含むメッシュを抽出。(該当メッシュ数: 24箇所)
- G) 当該メッシュとバッファ1に7割以上、バッファ2に6割以上の住宅・商業を含むメッシュを抽出。(該当メッシュ数: 10箇所)

この内、E)(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): 154箇所)の箇所数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。

3-3 主成分分析

抽出した154メッシュを用いて、土地利用・建物利用データから各10個の変数を設定して主成分分析を実施し、各3個の合成変数(fac)を作成した。

表3 主成分分析結果(当該メッシュ)

当該メッシュ	成分		
	fac1	fac2	fac3
工業	0.074	0.057	0.304
緑	-0.161	0.908	-0.387
インフラ	0.997	0.075	-0.016
空地	-0.043	0.546	0.836
1~3階	0.176	0.096	0.190
4階以上	-0.042	-0.240	-0.065
建物棟数	0.178	0.067	0.190
一戸建て	0.177	0.140	0.158
共同住宅	-0.014	-0.205	-0.019
建ぺい率	0.046	0.093	0.193

表4 主成分分析結果(バッファ1)

バッファ1	成分		
	fac1	fac2	fac3
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

表5 主成分分析結果(バッファ2)

バッファ2	成分		
	fac1	fac2	fac3
工業	0.104	-0.252	-0.111
緑	-0.501	0.862	-0.008
インフラ	0.916	0.359	0.176
空地	-0.348	-0.138	0.926
1~3階	0.165	-0.143	0.164
4階以上	0.496	-0.075	-0.168
建物棟数	0.222	-0.154	0.149
一戸建て	0.031	-0.085	0.234
共同住宅	0.339	-0.137	-0.162
建ぺい率	0.397	0.009	0.247

当該メッシュ、バッファ1・2からfacの特徴は近似する結果が得られた。

[facの特徴]

- ・fac1=インフラの多い住宅地
- ・fac2=緑の多い住宅地
- ・fac3=空き地の多い住宅地

3-4 重回帰分析

主成分分析で作成した3個の合成変数を説明変数、それぞれ(当該メッシュ、バッファ1、バッファ2)の地表面温度を従属変数として重回帰分析を行った。

・当該メッシュの特徴
 決定係数、説明変数の有意性が高く信憑性がかなり低い。

表6 重回帰分析結果(当該メッシュ)

当該メッシュ	決定係数	有意性
	0.120	0.170
説明変数	回帰係数	有意性
	fac 1	0.108
fac 2	-0.062	0.503
fac 3	0.023	0.800

・バッファ1の特徴
 決定係数、説明変数の有意性が低く信憑性がある。

表7 重回帰分析結果(バッファ1)

バッファ1	決定係数	有意性
	0.489	0.000
説明変数	回帰係数	有意性
	fac 1	0.441
fac 2	-0.147	0.058
fac 3	-0.154	0.047

・バッファ2
 fac2の有意性が大きく信憑性が低い。
 以上の結果から重回帰分析で有意

表8 重回帰分析結果(バッファ2)

バッファ2	決定係数	有意性
	0.432	0.000
説明変数	回帰係数	有意性
	fac 1	0.361
fac 2	-0.014	0.841
fac 3	0.127	0.074

水準が10%以下だったバッファ1の合成変数をの主成分得点でクラスター分析を行った。

3-5 クラスター分析

クラスター分析の結果から6個のグループにわけることができた。以下が分類別の分布図である。

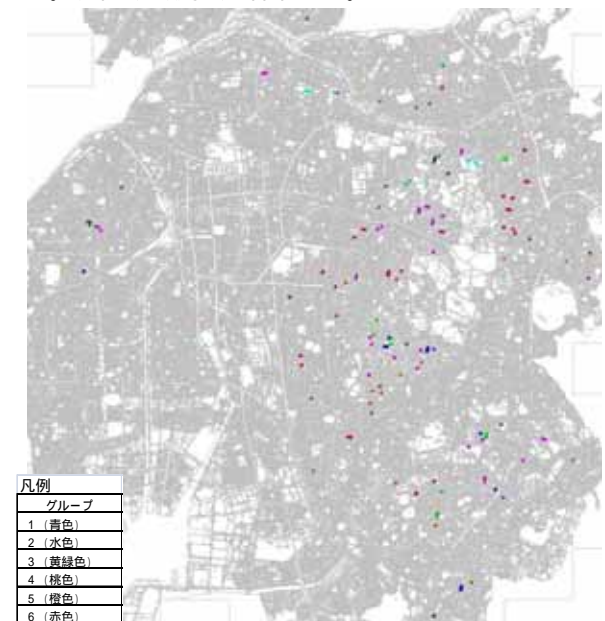


図4 6グループ別メッシュ分布図

特性をみた結果、グループ3において緑(fac2)を多く含んだ低温域(17メッシュ)が存在することが分かった。

表9 クラスター分析結果(バッファ1)

グループ	メッシュ数	主成分得点平均		
		fac 1	fac 2	fac 3
1	15	-1.24	-0.4	1.41
2	8	-1.18	-1.02	-2.08
3	17	-0.77	1.97	-0.19
4	53	-0.03	-0.35	-0.25
5	16	0.61	-0.41	1.05
6	24	1.37	0.23	-0.19

表10 クラスター分析結果(バッファ1の土地利用面積:m²)

グループ	バッファ1土地			
	工業	緑	インフラ	空地
1	218.97	3465.50	9530.95	8421.94
2	44.58	507.87	6873.53	545.43
3	41.50	8506.75	11883.20	2715.51
4	144.76	1494.03	12564.86	3463.75
5	389.45	1089.09	15589.65	6067.49
6	225.72	1375.19	17818.43	2127.78

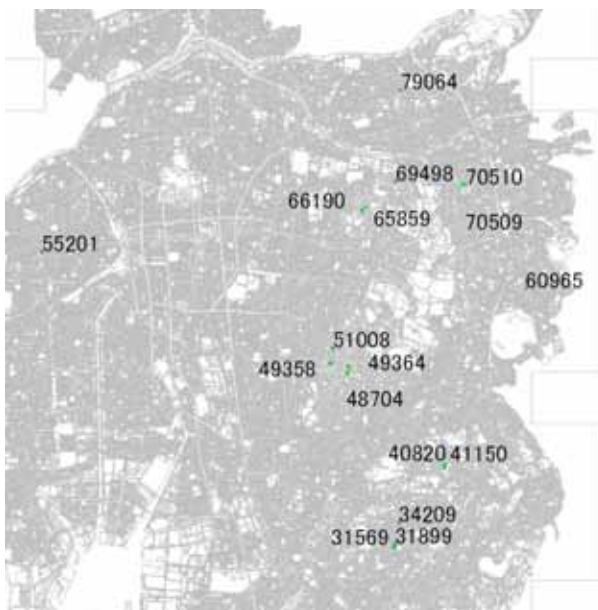


図5 グループ3の市街地内の緑被を多く含んでいる低温域メッシュ(17箇所)(数値はメッシュ番号)

4. 考察

住宅系市街地(住宅及び商業施設を5割以上含んでいる市街地)の低温域の内、データの絞り込みを進めた結果、緑地と関係のある17箇所を抽出することができた。そのうち16箇所が域東側の東山公園や平和公園等がある市住宅市街地に多く分布している。

今回の結果を受けて、今後抽出した17箇所の低温域について緑被・土地利用・建物利用データによるデータ種別及び航空写真での配置状況を踏まえてカルテ等の解析を進める予定である。

謝辞

本研究の遂行には、名古屋市役所(緑政土木局、住宅都市局)のご協力と明星大学卒業研究生の金子久登己氏の助力によるところが大きい。記してここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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
- 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) 小林利夫, 西浦定継, 木下瑞夫: 名古屋市における表面温度と土地利用との関連性に関するGIS分析, 日本土木学会環境システム研究論文発表会講演集, Vol.37, pp323-328, 2009
- 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) 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
- 8) 巖網林・松崎彩: エコマップによる都市緑地のエコシステムサービスの評価, 地理情報システム学会講演論文集 Vol.12, pp287-290, 2003
- 9) 本條毅, 高倉直: リモートセンシングによる都市内緑地の温度分布の解析, 日本造園学会研究発表論文集, Vol.49, No.5, pp299-304, 1986
- 10) 名古屋市: 私たちの名古屋2002, 2002
- 11) 名古屋市: 名古屋都市計画の歴史, 1990
- 12) 名古屋市: 名古屋都市計画概要2003, 2003

本論文に関連した既発表文献

本論文は、下記発表論文をもとに研究を進めたものである。

(参考文献4)及び5)