

GISによる熱環境と空間特性の相関性に関する研究

日大生産工（院） ○長岡俊介 日大生産工 岩田伸一郎

1. はじめに

1-1. 背景

都市部におけるヒートアイランド現象の問題は年々深刻化している。CO₂の排出量、エネルギー消費の増加がもたらす都市部の温度上昇により、異常気象、生態系の変化等の様々な影響が懸念されている。ヒートアイランド現象に関しては、各分野において様々な対策及び研究が報告されており^{文1)}、実測調査やシミュレーションによって熱環境のメカニズムが解明され、多くの情報が蓄積されている。

建築分野では、空調負荷を低減させるための高反射率塗料の開発や、屋上緑化の効果に関する研究、緑地や河川による冷却効果の実測調査^{文2, 3)}、建物の配置と沿道の通風性との関連性の風洞実験^{文4)}などが行われている。また、シミュレーションモデルを用いて屋外空間や都市を対象とした地域・都市スケールの熱環境を仮想空間に再現し解析も行われており、年々都市モデルの精度が上がり膨大な計算をする研究が可能なシステムに改良されている^{文5)}。しかし、これらのシミュレーションは、実態をバーチャルに再現し、把握する上では効果的であるが、具体的な問題の解決方法に結びつけるためには課題も多く、建物の空間的な形状や緑地、河川の分布といった地域ごとの違いが、熱環境とどのような関係を持つのかについては明らかになっていない。都市の熱環境には、建物の密度、街区の構造、緑地や河川の配置などの多くの空間特性が、複雑に関係していると考えられる。

1-2. 研究の目的

本研究では、熱環境の状態を都市の空間的構造と関係付けて把握することを大きな目的とする。仮想空間における現象の再現ではなく、GISを活用して都市の空間特性を抽出し、これに基づいて熱環境を評価していく。GISは、熱環境を分析するツールとして利用されはじめている^{文6, 7)}が、これを用いて熱環境と都市の空間特性を結びつける考察は行われていない。熱環境と何らかの関係が予想される都市の空間特性を個別にデータ化し、それぞれの影響の度合いを明らかにすることができれば、都市空間の計画指針へと展開することが期待でき、さらには熱環境の

悪化を予測する上でも有効なツールになると考えられる。本稿では、最初のステップとして熱環境を悪化させていると考えられる要因を具体的な空間の項目に置換し、GISデータを用いて、それらの情報を作成・整理するプロセスについて報告する。

2. 研究方法

2-1. 熱環境悪化の要因と都市の空間特性の関係

熱環境の悪化を引き起こしている要因として、既往研究では、以下の問題が指摘されている^{文8)}。

- ・都市の冷却に有効な大規模な緑地、水面、農地の減少
- ・コンクリート・アスファルト面の増加
- ・都市空間の過密化による通風の悪化
- ・建物からの排熱量の増加
- ・自動車からの排熱

まず、これらの要因を具体的な空間の問題に置き換えて検証する必要がある、熱環境に関する情報と照らし合わせることで、どのような空間特性が都市の熱環境と決定要因として強く作用しているかを明らかにできると考えられる。上記の関係を整理し図1に示す。

「a：緑地率」…樹木、芝生、植物などによるCO₂濃度を希薄化させる効果^{文10)}を示す指標である。公園や緑地としてまとまった領域を有する部分の面積を算出し、エリアに占める比率として捉える。ただし、街路樹や住宅敷地内の個々の樹木に関しては考慮しない。

「b：水面率」…都市空間の冷却に効果がある^{文11)}と考えられる河川や池の面積を算出し、エリアに占める比率を示す指標である。河川は時間・場所により熱を運ぶダクトとして作用する構造もあり、実際の冷却効果については今のところ明らかになっていない。

上記のa、bの指標は、自然要素による作用と関係する項目であり、「①：自然的な空間特性」とグループ化することができる。

「c：容積率」…個々の敷地における建物の容積率ではなく、エリアの面積に対するエリア内の全建物の容積率を示す指標である。建物は、日射により熱を吸収・蓄熱するため熱源と考えられ、建物の用途に係らず単位面積あたりで一定の熱を発生すると考え

Study on correlation between thermal environment and spatial characteristic by using GIS

Syunsuke NAGAOKA, Shinichiro IWATA

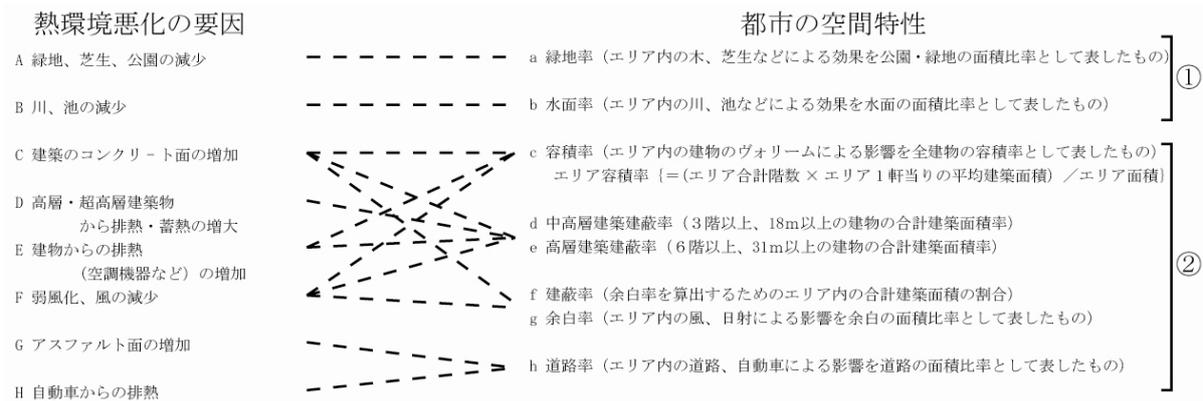


図1 熱環境悪化の要因と都市の空間特性の関係図

ると、容積率は、簡易的に熱量を表す指標として捉えられる。

「d：中高層建築建蔽率」…国土交通省の法令の運用に基づき、エリア内の3階以上18m以上の建物を抽出する。エリアの面積に対するエリア内3階以上の建物の容積率を示す指標である。

「e：高層建築建蔽率」…国土交通省の法令の運用に基づき、dと同様にエリア内の5階以上31m以上の建物を抽出し、容積率を示す指標である。上記のd、eは、都市の立体的な密度を表す指標である。これは、通風の善悪を評価する一つの基準となる。また、熱源という視点から見た場合、ヴォリュームの体積に比例し、蓄熱・排熱の増大も発生すると考えられる。

「f：建蔽率」…全建物の面積を抽出し、エリアに占める比率を示す指標である。

「g：余白率」…fの数値から、エリア内の建物の建っていない地表面の比率を示す指標である。地表面がエリアに対して多く占められている程、風通しがよいと評価できる。ただし、建物の隙間が大きいということは、日射を受ける建物の壁面・屋上の面が増加し、熱を吸収・蓄熱も増加するという捉え方もできる。

「h：道路率」…全道路の面積を抽出し、エリアに占める比率を示す指標である。日射によりアスファルトから熱が発生すると考えられる。また、交通量を道路の面積と関係付けて定義することで、CO₂ 排出

をする自動車も熱源となり、道路の面積に比例すると考えられる。hは、人々が活動する面から熱が発生していると考えられる。

c～hは、建築や都市の状態を示す項目であり、「②：建築的な空間特性」というグループ化することができる。

2-2. 要素データのピクセルデータ化

「2-1」に挙げる都市の空間特性の項目を熱環境データと比較可能な形式に変換する方法について説明する。熱環境データは、図3～5に示す熱分布の画像データとして、東京都環境科学研究所によって公開されている¹¹⁾。地理情報をメッシュに区画し、メッシュごとに上記の空間特性の項目について算出する。メッシュの大きさについては、500m×500mに設定する。このサイズは、都市の街区の単位を定めた研究¹²⁾に基づいており、同じ熱環境を示す領域圏として考察する上でも適当であると考えられる。数値化されたメッシュデータを1メッシュ=1ピクセルとし、グレースケールのピクセルデータ化し、視覚的に把握しやすい形式に表わす。項目ごとに、数値の最小値を明度100の白、最大値を明度0の黒と設定し、その間の値についてはその大きさに比例して明度の値と割り当てる。(図2)

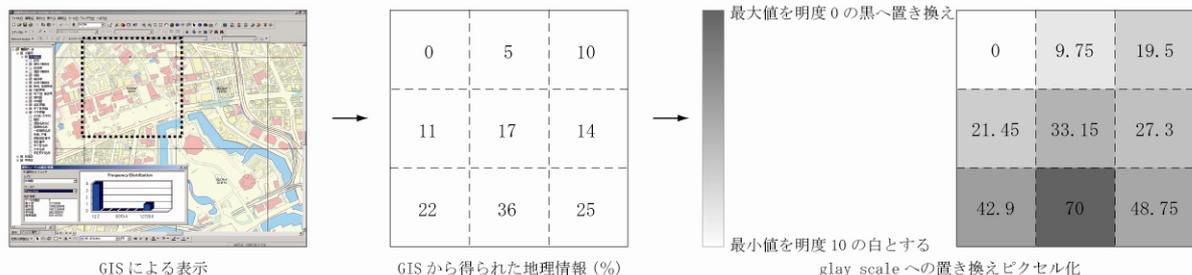


図2 ピクセルデータ作成の手順

3. 分析対象の設定とデータ作成

分析対象エリアを選定するため、図3～図6に示す4つの熱分布の画像データ（2005年7月20日から同年9月30日の間）を重ね合わせて、図7を作成した。この図において濃度が高いエリアは、様々な指標に対して総合的に高い温度上昇を抱えているエリアと位置付けられる。特に、高い濃度となった2つのポ

イントを含む領域として、8×3 kmのエリアに着目する。ヒートアイランド現象が懸念されている地域として新宿区、中央区、港区の3つが挙げられる^{文9)}が、そのうち新宿区と中央区が抽出した（図8）エリアと重なっていることが確認できる。この2エリアの詳細は以下の通りである。

「エリアA」…東京の新都心に位置するターミナル駅

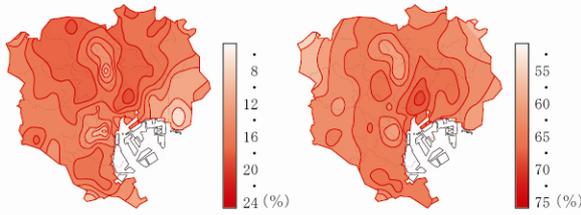


図3 気温 25°C以上の時間数割合 (%)

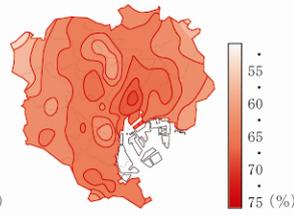


図4 気温 30°C以上の時間数割合 (%)

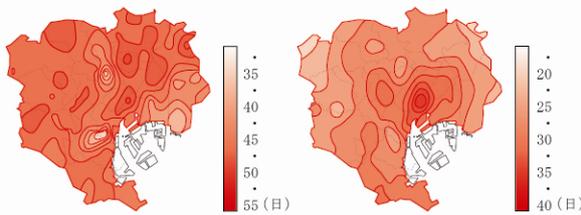


図5 真夏日数分布の比較

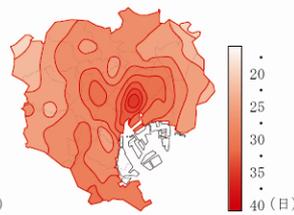


図6 熱帯夜数分布の比較

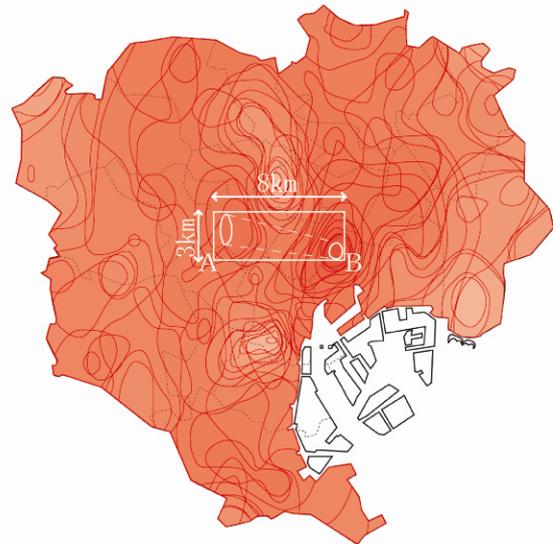


図7 図3～4を重ねた図



図8 分析対象エリア

63	62	63	49	66	68	63	68	69	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
68	68	63	65	68	67	67	68	66	64	68	67	57	57	68	△	△	△	△	△
67	69	66	64	68	68	68	68	56	53	54	69	66	66	68	68	△	△	△	△
65	68	67	68	68	68	55	66	66	52	27	47	68	68	68	68	△	△	△	△
67	67	11	42	68	67	63	66	67	20	0	48	68	68	68	68	△	△	△	△
△	△	△	37	66	67	53	54	67	37	7	55	66	66	68	68	△	△	△	△

図9 緑地率ピクセルデータ

70	70	70	70	70	70	70	70	70	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
70	70	70	70	70	70	70	70	54	68	64	62	62	62	70	△	△	△	△	△
70	70	70	70	70	70	70	70	45	62	43	70	70	68	60	58	△	△	△	△
70	70	70	70	70	70	70	37	70	15	6	10	49	68	70	70	△	△	△	△
70	70	58	64	70	70	70	70	70	41	35	29	23	62	62	62	△	△	△	△
△	△	△	58	70	70	70	52	70	0	35	6	23	70	64	49	△	△	△	△

図10 水面率ピクセルデータ

19	13	18	7	14	14	18	17	25	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
23	22	25	12	18	14	14	18	18	39	56	43	44	35	44	△	△	△	△	△
42	42	34	14	17	19	13	22	19	26	42	46	57	45	44	49	△	△	△	△
58	54	53	41	19	23	14	34	51	28	2	18	44	50	55	65	△	△	△	△
41	45	3	19	26	19	23	49	59	7	0	0	70	50	70	55	△	△	△	△
△	△	△	8	16	9	3	47	59	16	70	70	67	66	52	52	△	△	△	△

図11 容積率ピクセルデータ

34	23	28	20	22	24	34	34	46	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
40	35	39	28	32	30	32	37	36	46	53	47	40	41	42	△	△	△	△	△
49	48	42	27	34	33	23	40	24	31	41	5	56	51	45	52	△	△	△	△
41	55	55	46	32	37	22	36	52	27	10	19	41	57	61	68	△	△	△	△
45	40	3	18	4	33	30	55	56	6	0	1	47	59	70	14	△	△	△	△
△	△	△	8	29	27	7	43	63	16	4	0	38	42	61	49	△	△	△	△

図12 中高層建築建蔽率ピクセルデータ

