



# 快適な生活環境を求めて —梅干野研究室～物理環境工学講座—



梅干野晃助教授

今回は長津田キャンパスの社会開発工学専攻・物理環境工学講座・梅干野（ほやの）助教授の研究室を訪れた。

社会開発工学専攻は、安全で快適な環境を建設・保全することを目的として1973年に設置された。ここでは建築・土木・地域環境などを考慮に入れながら、総合的な視点に立っての研究が進められている。

梅干野先生がめざしていることを要約すると、「我々が快適に生活でき

るような環境（建物とオープンスペースを含んだもの）を模索し、その研究成果を地域社会に向けて提案すること」である。先生は快適さを規定する熱的な物理要因に着目され、都市や建築空間と熱環境との関連性の把握を試みられている。そのためいろいろな角度から熱環境を分析し、興味深いデータを数多く収集されており、その情報をもとに環境と建物の関係と「快適さ」との相関を研究されている。

## 熱を見る—リモートセンシング

約20年前に開発されたリモートセンシングと呼ばれる画期的な技法を使って、本研究室ではデータを収集している。一般には、「対象物に接触せずに遠隔から感知する科学技術の総称」をリモートセンシングと呼ぶが、ここでは、「人工衛星や航空機にセンサを搭載し、地上の物体が反射または放射した電磁波の分光強度を観測し、それらの分光特性を利用して対象物の状態や性質を間接的に識別する技術」を言い、観測・収集・解析・評価までの一連の流れを含めてリモートセンシングと呼ぶ。以前は、都市空間のような広い区域の温度分布を調べる必要が生じると、人が温度計を手にして足を使いながら計測していた。しかし、リモートセンシングの登場によって、一度に広い範囲の熱情報が得られるようになったのである。図-1は、この技術によって得られた熱画像である。この画像を使いながら、本研究室の具体的な研究内容を紹介していこう。

図-1は鉄筋コンクリート造りの団地とオープンスペースを、夏季・晴天日に赤外線放射カメラで上空から撮影したものである。上が昼、下が早朝の熱画像で、物体の表面温度をグレースケールで示してある。すなわち、白いところほど表面温度が高くなっている。熱画像から得られる情報はあくまでも物体の表面温度である。しかし、表面温度は気温の形成にも大きく影響を及ぼすため、建物の周囲の熱環境を評価する上で重要な情報である。

次に、画面に目を移していただきたい。左画像の右下の白い帯状の部分が舗装道路であり、熱容量が大きいために、夜になっても日中に吸収した日射熱を蓄えて高温を維持している。また、中央に位置する住棟は南東向きで、熱画像を収録した時刻には日射が直接あたっていないが、手すりや袖壁などのベランダまわりは40°C近くに達している。朝方になつてもベランダの表面温度は30°Cを

下らない。このようなコンクリート造りの建物は、アスファルトの道路と同様に熱容量が大きいために、午前中に吸収した熱をいつまでも蓄えてしまうのである。これに対して戸建住宅（この地区は木造の建物が多い）はカラー鉄板や瓦のような熱容量の小さい材料で屋根をふいているため、日中もっとも高温であったが、夜になると気温と同程度まで温度が下がっている。また、道路の両側やテニスコートの両側、それに中央の住棟の前にある黒い部分は樹木である。画像を見ればわかるように、樹木は昼夜ともに温度がもっとも低く、気温と同じ温度を示している。

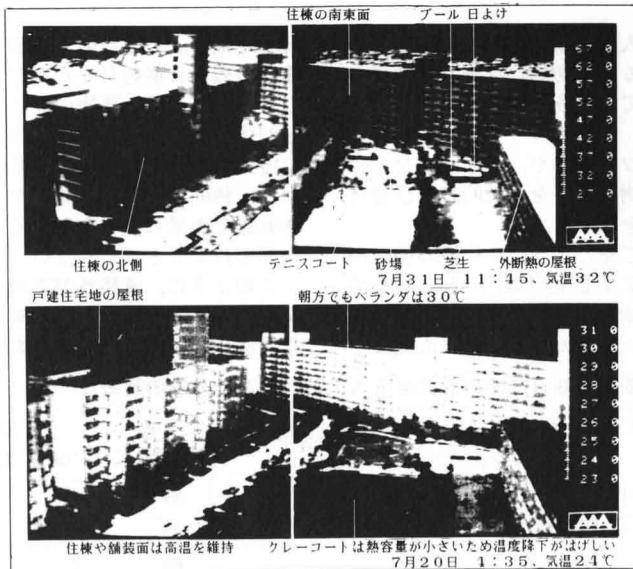


図1. 赤外線放射カメラによる住棟に囲まれた団地の熱画像



## 微細気候と建築外部空間の相関

以上のことからわかるように、建築物の材質が異なると、その周囲の気温に与える影響も、当然異なってくる。すなわち、建物が存在することでそのまわりに微細気候（Micro Climate）が形成されるのである。そして建物が群として存在すると、建物相互で影響を及ぼし合い、建物で囲まれた空間（梅干野先生は「建築外部空間」と呼んでおられる）で複雑な現象が生ずる。さらに、この建築外部空間に形成された熱環境は都市のような広がりをもつことによって、郊外とは異なる都市特有の気候を生み出すのである。また、これは我々の生活の場である建物の室内気候を直接的に規定する。それに、都市気候を形成する要素でもある。したがって、建築外部空間は我々が快適に生活するために重要な意味をもつのである。しかし、以前にはあまり注目されていなかった研究分野であり、最近になってからその重要性が認められ、いろいろな研究がなされているのである。

さて、コンクリートやアスファルトのような熱容量の大きい材料を大量に使用している近代都市について考えてみると、図-1からもわかるように、日中あたった太陽光の熱エネルギーはコンクリートやアスファルトに蓄えられてしまう。さらに、建物と建物の間で日射の多重反射が起こるため、蓄熱をさらに助長することになるのである。このようなメカニズムで都市の気温が押し上げられてしまうのである。この現象をヒートアイランド現象と呼び、実際に主だった近代都市で起こっているのである。そして、これは我々に不快感を与える現象の一つに数えあげることができるのである。では、この対策としてどのようなことが考えられるのだろうか。

日が沈むと木造住宅の表面温度が気温と同程度まで下がることは、先に見た通りである。この事に着目すると、全ての建物を木造建築にしたならばヒートアイランド現象が大幅に抑制されるだろうと推測されるの

である（これに加えて道路からアスファルトを排除すれば、全く起こらないと推測される）。しかし現実問題として、都市からコンクリートを排除することは不可能である。そこで先生が考えておられることは、植物と建物を有機的に結び付け、コンクリートのような熱容量の大きなものに直射日光があたらないようになることである。植物の効果と建物の関係について先生は今までに、いろいろと計測なさっている。その例をいくつか挙げてみよう。

ビルの屋上などのコンクリート・フラットルーフでは、夏季になると日射の焼け込みで天井が焼けたフライパンのようになる。そのため最上階ではいくら冷房をして室温を下げたとしても、天井からの熱放射のため不快感をまぬがれることができない。それに対して屋上に芝生を植栽すると、盛土の効果も加わって焼け込み現象を防止することができる。

それに芝生は気分をなごませ、心理的にも良い影響をあたえる。その

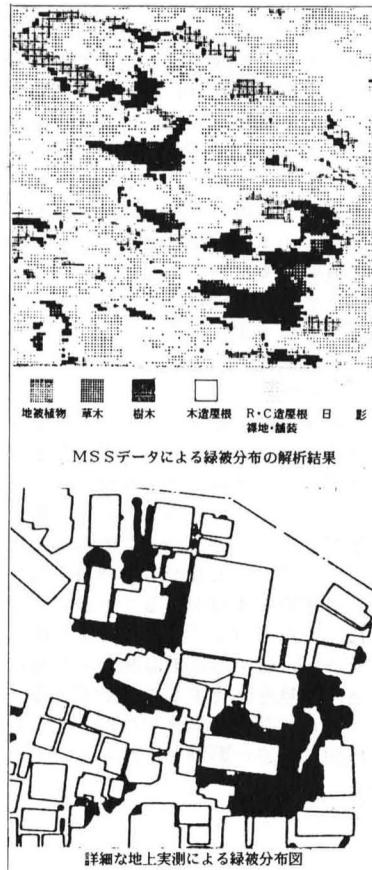
一方、人工芝は視覚的に芝生と酷似しているが、熱的には全く逆効果を及ぼしてしまう。(表-1)

次に、コンクリート建築の側面に植物(ツタ植物や、アサガオなどのツル植物など)を有機的に結び付けた場合を紹介しよう。

図-1で見たように、住棟の側面は日中50°Cまで上がる。これに対して、住棟の側面を植物で覆い、植物のスクリーンを作ると、幾重にも重なり

表1. 夏季・晴日における芝生と人工芝との温度分布の比較

屋上仕上げ	表面温度測定点	時刻		
		12:30	15:00	19:00
芝生植栽 (盛土厚30cm)	芝生緑葉 コンクリートスラブ上面	37° 30°	34° 30°	26° 30°
人工芝	人工芝 コンクリートスラブ上面	63° 63°	52° 58°	32° 37°
モルタル仕上げだけ	モルタル表面	50°	47°	37°



合った葉によって日射が遮蔽され、建物の表面に直射日光があたらなくなる。それに葉と建物の間には空気層が作られているので、建物の表面温度は気温とほぼ等しくなる。また、植物の熱的な効果だけではなく、無味乾燥な風景に潤いを与える効果も当然忘れるとはできない。

このように、建築外部空間に植物を有機的に取り込むと、非常に快適な生活空間が誕生するのである(た

だし、植物の効果がマイナスに作用することもあることを書き加えておく)。今まで建築物から植物を排除してきたのであるが、これからは植物の効果を有効に利用することが必要になってくるであろう。

以上が熱を中心とした研究の紹介である。先生が、次のように熱っぽく語っておられたのが、印象的であった。「具体的に建築外部空間をどうやっていったらいいかを提案しなければいけないでしょう。問題があると言っているだけではダメだから。最終的に、僕は建築外部空間の熱シミュレーションモデルを作りたいのだよ。そして、それをするためには材料の特性だとか、空間形態の違いによる反射のメカニズムなどを明らかにしなければならない。そして、今やっとシミュレーションのレベルまでになったんだよ。」

## 地球環境情報システムの構築に向けて

本研究室では、建物群の集合体としての地域社会も研究対象としている。

今まで普及してきた建物は、国際建築と呼ばれ、無窓建築で代表されるように、どこのいかなる気候条件でもうまく機能するように作られている。必ずしもそれが悪いというわけではないが、そのため見失なわれてきたものに地域性がある。先生は、それぞれの地域の特徴をいかに利用していくら良いかを研究テーマの一つに挙げておられる。

ここでも、リモートセンシングが活用されている。例えば、ある地区の熱画像を朝、昼、夕方、夜と時間を変えて撮る。そして、屋根は夜になると温度が下がるなどという基礎データを用いて、オープンスペースがどのように利用されているかを解析し、必要な情報を抽出するのである。現在、地域社会の情報を抽出するためのいろいろな手法を開発しな

がら、研究が進められている。具体的には、都市構造の計量化や道路交通情報の計量化、緑被分布調査手法、土地被覆の自動分類手法などの開発が進められている。図-2は緑被分布図で、その一例である。従来の地上踏査に比べると迅速かつ高精度に緑の実態を把握できるようになった。ただし、樹種の細分については課題を残している。

最後に先生の言葉を一つ紹介して終わりにしよう。

「大学で研究をするからには、いくら工学の研究であっても、今の社会に対して、何が欠けているのかを少しでも問題提起できるような研究をしたいと思う。……社会がある道を行き過ぎてしまったときに、方向を少しでも修正できるような研究がしたいと思う。……環境というの特に、バランスが大切だから。」

(田村)

図2