

さらに、航空レーザ測量から得られた新宿地区の 50cm メッシュの DSM と放射温度分布を「GeoForm」を使用して合成し、都市の空間的な温度分布図を作成した（図-18）。ただし、この図では正射投影された温度分布図をテクスチャとして使用しているため、前述の精密正射写真図から作成した 3D 画像と同様に、ビルの壁面の温度を正しく表現するまでには至っていない。

また、GCP を用いた幾何補正処理前の航空機 MSS

データから、大規模な建物の壁面が写っている場所を新宿地区及び臨海地区それぞれ 20 箇所程度ピックアップし、建物壁面放射温度の算出を行うと共に、現地で撮影した写真等を合わせて取りまとめた（図-19）。なお、壁面部分はひし形や台形状にゆがんで写っているため、正しいビルの壁面形状になるように幾何補正を行っている。現地写真の撮影方向は地形図上の矢印に示している。

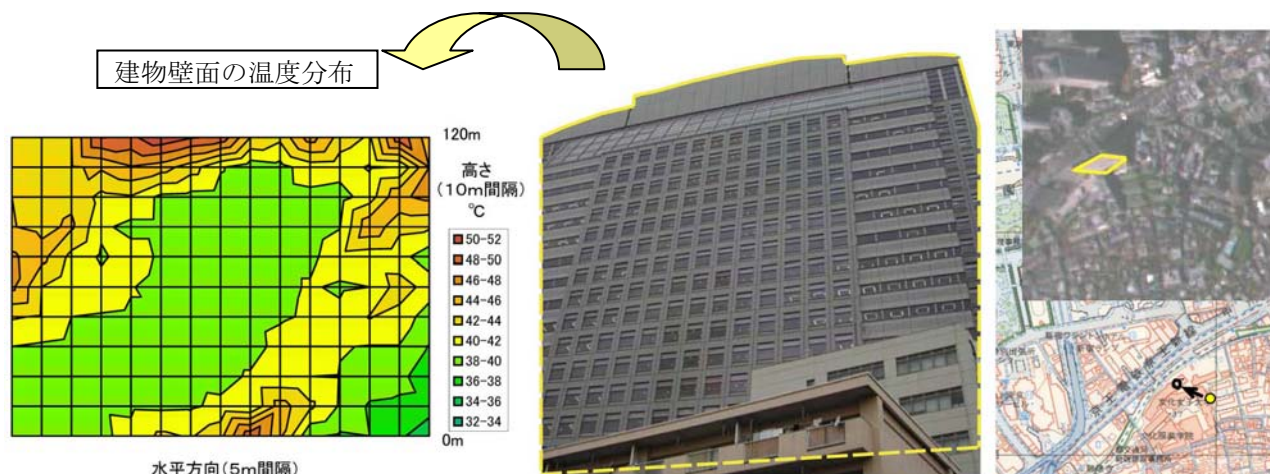


図-19 新宿地区のビル壁面放射温度分布図

計測した建物の向き、材質及び周りのビルとの位置関係が個々の建物により異なるので、これらの調査結果から一般的な傾向を見いだすまでには至らなかった。建物の窓ガラス、壁面の材質及び日射時間等の詳細な資料調査までを行わないと、何らかの結論を導き出すことは難しいと考える。

今回の作業により、航空機 MSS により建物壁面部分が計測できている建物については、建物の壁面温度分布まで表現された三次元温度分布図作成の可能性が示された。

4. 緑被分布

4. 1 デジタル航空カメラ画像からの緑被分布図作成

デジタル航空カメラは RGB 画像のほかに、近赤外画像を撮影することが可能である。緑被分布の抽出では、近赤外画像の活用が有効であるが、実際の近赤外デジタル画像データでは、植生と非常によく似た近赤外線反射特性を示す人工構造物（図-20）が認められ、近赤外画像のみでは緑被との区分が困難な場合が多い。高精度な緑被抽出には、近赤外画像以外の情報を付加して人工構造物等のノイズを除去する必要がある。

そこで新宿地区について、近赤外及び赤色波長の 2 種類のオルソ画像を使用して、近赤外画像単独よ



図-20 植生と似た近赤外線の反射特性を示す人工構造物の例

りも植生の識別に適している正規化植生指標（以下、「NDVI」という。）を計算で求めて、その結果に対して画像のセグメンテーション処理を適用し、地物境界のポリゴンを自動で生成させた。次に、個々のポリゴンが植生か非植生であるかを NDVI の値に基づいて統計的に分類を行い、緑被ポリゴンを作成した。最後に、2. 1. 3で作成した 50cm メッシュの地物モデルから、個々の地物の形状情報（高さや平坦性等）を緑被ポリゴン毎に集計・解析することにより、スペクトル情報のみに基づく緑被分類結果の誤分類の除去を行い、最終的な緑被ポリゴンを作成した。図-21 において、黄色線で囲んだ領域が植生領域である。画像の地上解像度が約 10cm と非常に高いため、

非常に小規模の緑被までも抽出することができている。しかし、日陰部分の緑被を抽出できなかったことと植生と非常によく似た近赤外線反射特性を示

す人工構造物の一部は除去しきれずに、緑被分布の領域に含まれてしまうなどの問題点があった。



図-21 新宿地区の緑被分布図の例

4. 2 航空機 MSS データからの緑被分布図作成

臨海地区については、航空機 MSS で取得したデータから緑被分布図を作成する手法を試みた。

まず、デジタル航空カメラからの作成手法と同様に、航空機 MSS データから取得した近赤外及び赤色波長の 2 種類の幾何補正済みの画像を使用して、NDVI 画像を計算で求めて植生領域を抽出した。しかしデジタル航空カメラからの作成結果と同様に、植生と非常によく似た近赤外線反射特性を示す人工構造物（写真-1：舗装グラウンド等）を植生領域と判別してしまうなどの誤分類があり、NDVI だけでは分類精度を向上させるのは困難であった。

このため、緑被部分はアスファルト等と比べると温度が低いことを考慮して、航空機 MSS で取得した放射温度データも使用することとした。具体的には、航空機 MSS で取得した RGB 画像から読み取れる樹林地の温度の最大値がおおよそ 36～38℃に分布していること、解像度 2m の航空機 MSS 画像からの判断のため屋上緑化かどうかの正確な判断はできないが、



写真-1 緑被と判断された舗装グラウンド

屋上緑化の可能性のある領域での温度の最大値はおおよそ 54～50℃、最小値はおおよそ 32～48℃に分布していることから、屋上緑化は削除される可能性はあるが、40℃以上の領域において、緑地は存在しないこ

とと仮定した。NDVI による分類の結果に対して、航空機MSSで取得した放射温度データから40℃以上の領域を除外する処理を施したところ、これまで緑被領域と誤分類されていた領域を取り除くことが可能となり、精度の高い緑被分布データを作成することができた。図-22 に作成した緑被分布図を示す。黄色の領域は NDVI 及び放射温度データから求めた緑被領域で、オレンジ色の領域は放射温度データによるフィルタリングにより削除された NDVI のみによる緑被領域である。今後、臨海地区においてデジタル航空カメラによる空中写真撮影の予定があるので、その高解像度デジタル空中写真画像を使用することにより、屋上緑化についても正確に反映された緑被分布図を作成できる可能性がある。



図-22 臨海地区の緑被分布図

5. まとめ

航空レーザ測量とデジタル航空カメラにより高密度で測定したデータを組み合わせることで、三次元モデル、精密正射写真図及び緑被分布図を効率

的に作成することができた。

特に、デジタル航空カメラによる高解像度の近赤外画像と赤色波長画像を使用することによって、非常に小規模な緑被までも検出することができた。その一方で、植生と非常によく似た近赤外線の反射特性を示す人工構造物の一部を緑被と誤分類してしまうため、目視による点検が必要であるという問題点が残った。

航空機MSS計測からは、放射温度分布図及び緑被分布図を作成することができた。航空機MSS計測からの緑被分布図はデジタル航空カメラから作成したものと比べると解像度は劣るものの、放射温度データも使用することにより、自動処理により正確な緑被分布図を作成することができた。さらに航空レーザ測量等により作成したDSMと放射温度データを組み合わせることにより、空間的な放射温度分布解析への利用が期待できることから、ヒートアイランド現象の有効な把握手法の1つとなりうることがわかった。しかし、日陰の部分の緑被を抽出できないこと、快晴時にしか計測ができないことが問題点として残った。

このように、各種航空機搭載型センサを使用することにより、広域の都市熱環境調査を効率的に行うことができた。今後は、各センサで取得したデータの組合せパターンを更に工夫することなどにより、各センサの欠点を補うような手法を開発する必要がある。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、航空レーザ測量及びデジタル航空カメラ撮影作業では国際航業株式会社、航空機MSS計測作業では中日本航空株式会社、建物壁面の温度分布データ作成及び航空機MSSデータからの緑被分布図作成では株式会社プラトー研究所に御協力いただきました。

参 考 文 献

- 柴田光博, 大木章一(2005): データフュージョンによるトゥルーオルソ作成に関する調査研究, 第15回国土地理院技術報告会, 国土地理院技術資料A・1-No. 298, 35-38.
- 柴田光博, 小井土今朝己(2006): 航空機MSSによる都市熱環境調査, 日本写真測量学会平成18年度年次学術講演会発表論文集, I-5, 157-158.