

航空写真の画像解析による都市の延焼火災分析

辻本研究室

4106055 田中 大貴

1. 研究背景、目的

都市の延焼火災のリスクを検証するに当たっては、従来、都市の中にある建築物の床面積、密度、材質などの詳細な情報を基にして検証する必要があった。しかし、もし、航空写真または衛星写真のみによって都市の延焼火災のリスクを検証することが出来るのであれば、それは従来のものとはまったく違うアプローチによる検証方法であり、また、様々なデータを必要としないために、日本国内に限らず、一度に 100 棟以上延焼する火災が発生している発展途上国の人口密集地など、地球上のあらゆる場所でその方法を適用できるという可能性がある。そこで、本研究では、航空写真及び衛星写真を利用し、都市の延焼火災のリスクを測ることが可能であるか、また、延焼火災のリスクを計測する方法を確立できるか、という点について検証することを目的とする。

2. 研究方法

総務省消防庁に行政文書開示申請を行って得られた「火災報告」の分析、及び朝日新聞記事検索データベース「聞蔵」を利用して、東京都 23 区内を対象に、延焼火災が起きた区域の住所を町丁目レベルで特定をする。その後、得られた住所を元に航空写真閲覧ツール「Google Earth」を使用して、その延焼火災区域の航空写真を入手する。また、延焼火災区域の比較対象として、東京都 23 区内から住所をランダムに選定し、火災区域同様に「Google Earth」を利用して航空写真^{注1}を入手する。

入手した延焼火災区域とランダムに採取した場所の航空写真を分析し、双方のデータにどのような差異があるかを検証し、火災発生リスクの指標となるものが存在するかを調査する。

3. 画像解析について^{注2}

本研究の画像解析に用いる主な手法は、「色彩抽出」と「形状判断」、「画素数計算」の 3 点である。「色彩の抽出」は画像から指定した範囲の明度、彩度、色相を有する部分を抽出すること、「形状判断」は抽出した要素の形状の縦横比などを計算すること、「画素数計算」は抽出した部分の画素数を計算することである。

4. 画像解析から延焼火災リスクの検証方法について

4.1 既存の方法の適応性の検証

「市街地延焼危険評価手法の開発」¹⁾によれば、これまで、市街地における防火性能を推し量る指標として、「不

燃領域率」や「木造建蔽率」が使用されてきた。これらはいずれも建物構造と建築面積、空地及び道路面積によって計算されるものである。しかし、画像解析により建築物を判断する場合、屋根の色彩と形状が主な判断材料となる。建築物の屋根には様々な色彩の塗装が施されており、建物の色彩と形状で建築構造を判断することは困難であるため、建築物が耐火構造であるかどうかを判断することが出来ない。ゆえに、建築物の耐火性能を議論せず、簡易的に延焼火災リスクを推定する評価方法を模索することにした。

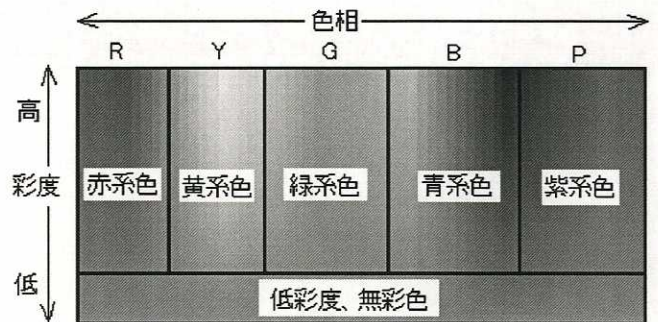


図-4.1^{注3} 色彩の区分け

表-4.2^{注4} 各色彩と画像中の物体の対応

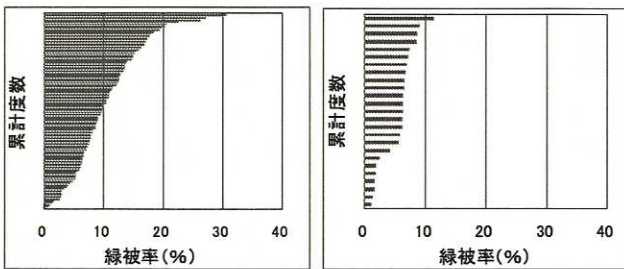
色彩	対応する物体
赤系色	建築物、自動車、(紅葉樹)、(桜)
黄系色	土壌、(建築物)、(黄葉樹)、
緑系色	緑地、(建築物)
青系色	建築物、河川、(海洋)、(湖)、(屋外プール)
紫系色	(自動車)、(建築物)
無彩色	陰影、建築物、道路、(自動車)、(ガラス)

4.2 抽出する情報とその方法

本研究では、画像をモノクロ化せずにカラーのまま処理する方法を採用した。画像に含まれる色彩は、彩度と色相ごとに、図 4.1 のように、赤、黄、緑、青、紫、無彩色の 6 部分に大まかに区別することができる。また、区別された色彩に対応する画像中の物質を表 4.2 に示す。画像から特定の色彩を抽出すると、表 4.2 に対応するものが抽出される。そして、色彩ごとに抽出された要素を、さらに形状や面積などの条件によって詳細に分類することで、必要な情報のみを抽出していくという方法を考案した。抽出する情報については様々なものが考えられるが、本研究では、空地や建築物密度などを検討する上で重要な要素となりえる「緑地」と「建築物」の 2 点を抽出検討対象にした。

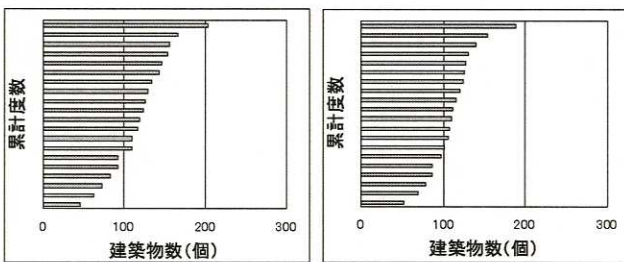


図-5.1 緑地の画像加工



左：図-5.2 ランダムサンプルの緑被率

右：図-5.3 延焼火災区域の緑被率



左：図-5.4 ランダムサンプルの建築物数

右：図-5.5 延焼火災区域の建築物数

5 画像解析結果と考察

5.1 緑地の抽出による分析

画像中の緑色を「緑地」とみなして、画像に含まれる緑色を抽出、加工する(図 5.1)。画像総面積あたりの緑地面積の割合を計算し、その値を東京都延焼火災区域 25 箇所と東京都 23 区のランダムサンプル 100 箇所について累計度数分布表を用いて比較した(図-5.2、図-5.3)。緑地面積の割合を比較するにあたり、「緑被率」(式 5.6)という値を定義した。

$$\text{緑被率} = \text{画像中の全緑地面積} \div \text{画像総面積} \cdots (5.6)$$

図-5.2、図-5.3 より、延焼火災区域とランダムに選択した場所とでは、緑被率において前者が平均 5.5%、後者が平均 10.9%という、大きな差が表れた。この結果から、延焼火災の危険性を推し量る指標として、緑被率は有効に機能すると考えられる。また、延焼火災区域の 8 割が緑被率 7%未満であることから、緑被率が 7%未満の箇所は延焼火災の危険性が高い区域ということが出来る。

5.2 建築物の抽出による分析

画像情報を色彩や明度ごとに大きなグループ分離し、更にその情報を面積や形状による判別をかけ詳細に分離する、という方法で建築物の抽出が可能かどうか検証し、可能であれば、延焼火災区域とランダムサンプル間に相違点があるかどうか検証する。色彩分離の特性上、建築面積を計算することは困難なので、画像中に含まれる建築物の個数計算を試みている。建築物の収集については、200m×200m の領域に存在する建物個数が 100 個~150 個程であればほぼ正確に抽出できる。しかし、それ以外の範囲や、高層建築の立ち並ぶ区域、無彩色の占有率が高い地域などでは、誤差が大きくなるという例も見られた。

上記の計算精度状況の下で、延焼火災区域と、ランダムサンプル間の建築物数を計測した。図 5.4 と図 5.5 は、延焼火災現場とランダムサンプル各 20 箇所において建築物の個数を計算し、累計度数分布として表したものである。結果として、現状の計算方法では両者に建築物の数の差異はほとんど認められなかった。現状の計算方法では、建築物数は延焼火災リスクの指標として機能しないことが分かる。今後、精度を上げて建築物を抽出するためには、画像から道路情報または建築物の輪郭を精度よく抽出できるかが重要な課題点として挙げられる。

6. まとめ

研究結果より画像解析から都市の延焼火災リスクを簡易的に推測することは可能である。また、その指標のひとつとして、緑被率が有効に機能すると考えられる。しかし、画像から建築物の数を抽出するには、精度にまだ難がある。また、道路情報や、建築物の輪郭の正確な抽出の必要性など、延焼火災のリスクを検証する方法を確立するためには、まだ解決しなければならない問題点が残っている。

脚注

- 註 1. 航空写真は全て高度 300m、鉛直上向きより撮影、画像の上方を真北、実寸 200m×200m の正方形に統一したものを使用し、結果としてコンピューター上の画素数はおおよそ 4000×4000 である。
- 註 2. 本研究における画像解析には、画像解析ソフト「Sigma Scan Pro」を使用している。
- 註 3. 色相のアルファベットのマンセル表色系に対応する。
- 註 4. 「対応する物体」は左から順に画像中の面積占有割合の高い順に掲載。括弧付きのものは面積占有割合の低いもの。

参考文献

- 1) 加藤孝明他:市街地延焼危険性評価手法の開発 建築研究報告 No.145 建築研究所(2006)
- 2) 総務省消防庁 火災報告(1995~2008) 総務省消防庁
- 3) 市町村コード一覧 <http://www.dictator.co.jp>
- 4) Google社 Google Earth
- 5) 朝日新聞社:朝日新聞データベース「聞蔵」
<http://database.asahi.com/library/>
- 6) 上瀧剛他:影を含む航空画像からの道路抽出 信学技法 電子情報通信学会
- 7) 石井洋子他:航空写真からの住宅屋根形状の抽出 映像情報メディア学会技術報告 2009
- 8) 瀧澤重志他:航空写真からの屋根種類判別と稜線認識に関する研究 日本建築学界環境系論文集 611号 (2007)