

## 4 バンド空中写真データを用いた都市域植生の調査—屋上緑化の抽出

東洋大学 正会員 ○政春 尋志  
 東洋大学 正会員 久保寺 貴彦  
 東洋大学 非会員 長谷川 拓哉  
 東洋大学 非会員 山本 航

## 1. はじめに

近年、都市部におけるヒートアイランド現象が問題となり、この対策として緑化の推進施策が進められている。例えば東京都では公益施設の管理者には敷地等への植樹などの緑化が義務づけられているほか、1000 m<sup>2</sup>以上の敷地に建築物を新築等するものは緑化計画書の届け出が義務づけられている<sup>1)</sup>。また、各区においても屋上緑化や敷地内緑化に助成をするなどの対策を取っている。これらの施策を有効に進める上でも、都市内の小規模な緑地や植樹等を含めた詳細な植生状況を効率的に把握することが求められている。

一方、測量用航空カメラはデジタルカメラが主流となりつつある。これらのカメラはカラー画像撮影用の可視光の青・緑・赤の3原色の波長帯(バンド)だけではなく、近赤外線(観測バンドを含む計4バンド)の撮影が出来るものがほとんどである。リモートセンシングの分野で古くから知られているように、植物は近赤外線を非常に強く反射する性質があり、植生調査には近赤外データの活用が有効と考えられる。

そこで、本研究では衛星画像よりも高解像度であり、かつ近赤外を含む4バンド画像が得られる測量用デジタル航空カメラ画像を用いて都市域の植生を詳細に調査する手法を開発することを目的とする。本稿では特に屋上緑化に注目しこれを抽出する方法について報告する。

## 2. 使用したデータ

研究に使用したデジタル空中写真は2013年にアジア航測株式会社が撮影した千代田区、新宿区、港区等の東京都心部の写真で、同社から提供いただいたものである。この空中写真の諸元を表1に示す。

表1 使用した空中写真の諸元

撮影計画機関・実施機関	アジア航測株式会社
撮影地区名	新宿御苑
撮影年月日	2013年4月15日
使用カメラと焦点距離	DMC 120 mm
撮影対地高度	2200 m
地上解像度 (GSD)	22 cm
オーバーラップなど	OL:75~80%,SL:30~60%

## 3. データ処理の流れ

## 3-1. PhotoScan による三次元データとオルソ画像作成

最初に Agisoft 社の PhotoScan Professional 版を用いて空中写真から三次元モデルを生成するとともに、オルソ画像を作成した。三次元データは樹木の高さの情報としてあるいは屋上緑化の判別に利用する。また、都心部には高層ビルが多いため、この後の種々の解析においても建物屋上の位置を地図と合わせられるようなオルソ画像が必要である。

空中写真データに撮影時の投影中心位置を表す外部標定要素のファイルが付随していたので PhotoScan での処理にはこのデータを使用した。地上基準点は使用しなかったが、オルソ画像を基盤地図情報の建物データと重ね合わせたところ位置のずれはほとんど認められなかった。

## 3-2. 土地被覆分類処理による植生の抽出

オルソ画像を対象として、最尤法による土地被覆分類を行った。分類に使用したソフトは MultiSpec である。画像中から目視判読によりトレーニングエリアを取得しこれによる教師付最尤法分類を行った。分類項目は、樹木・水域・建物・道路の4項目とした。

## 3-3. NDVI の算出と閾値処理による植生の抽出

赤外線データが利用できることを活かして、正規

キーワード デジタル航空カメラ, 4バンド空中写真, 都市環境, 植生調査, 屋上緑化

連絡先 〒350-8585 川崎市鯉井2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 E-mail: masaharu@toyo.jp

化植生指数 (NDVI: Normalized Differential Vegetation Index) を ArcGIS の Spatial Analyst の機能を利用して算出し、この値が一定以上の部分が植生であるとして植生を抽出した。NDVI は可視光の赤の DN (Digital Number) 値を R、近赤外の DN 値を NIR としたとき、 $NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)$  で計算される。

## 4. 解析結果

### 4-1. データ処理結果

対象地域は前記空中写真の一部で、皇居とその南の霞ヶ関、新橋を含む地域とした。PhotoScan で作成したデータ処理範囲のオルソモザイクを図1に示す。使用空中写真はコース当たり9枚で2コース、計18枚である。



図1 対象範囲のオルソモザイク画像

PhotoScan で作成した DSM を図2に示す。

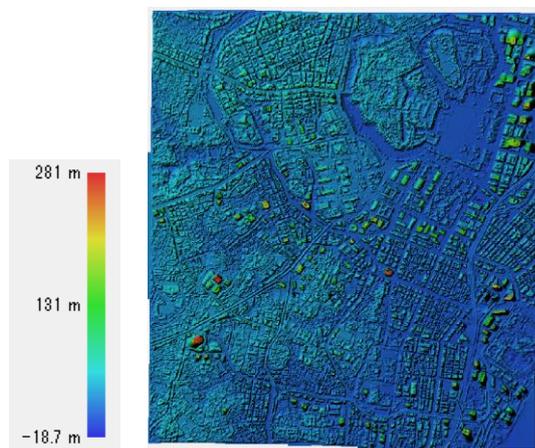


図2 対象範囲の DSM

本研究では建物高や樹高など地表面からの相対的の高度が必要なので、DSM から DEM を減算した (図3)。DEM には国土地理院が提供している基盤地図情報の 5m メッシュ DEM を使用した。

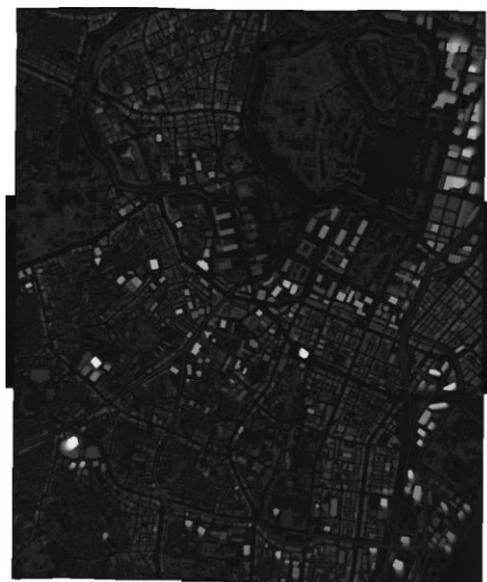


図3 DSM-DEM として得た建物高 (樹高含む)

植生を抽出することを目的とした MultiSpec による土地被覆分類の結果を図4に示す。この解析画像内では植生の割合は21.3%であった。

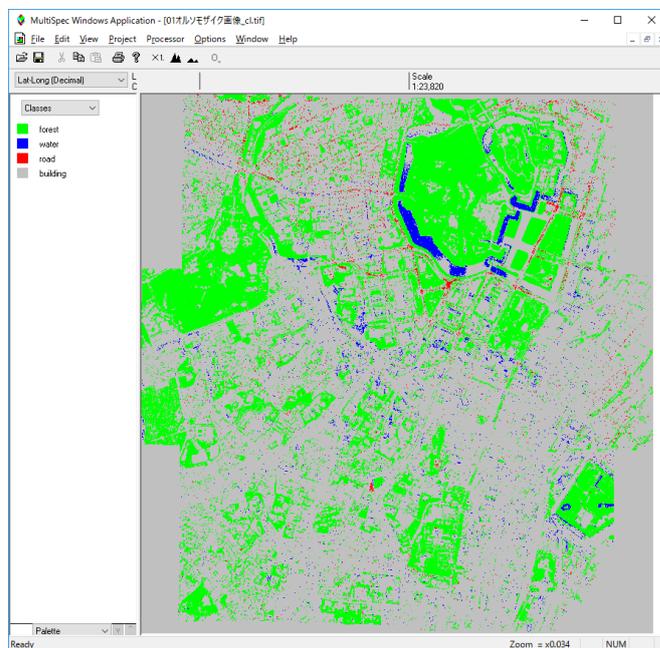


図4 MultiSpec による分類結果 (緑色が植生)

もう一つの植生抽出方法とした NDVI の算出と閾値による分類結果を図5に示す。これは-1~+1の範囲の NDVI 値を色分け表示したもので、値が小さいところはオレンジ系で、値が高いところは緑系の色

で示されている。



図5 NDVIの色分け表示

次に MultiSpec による最尤法分類による植生と NDVI の閾値処理による植生抽出結果を比較対照したのが次の図6である。



図6 NDVIと最尤法分類による植生域の差  
(緑：NDVI、赤：最尤法)

この図では最尤法分類による植生域を赤色で、その上に重ねるように NDVI による植生域を緑色で表示している。赤と緑が重なる箇所は緑色で表示されている。範囲内に赤色の箇所がいくつか見られるが

それが特に固まっていたり連続したりしている箇所を点検したところ誤分類であることが判明した(図7)。この重ね合わせを逆にして、NDVIでは植生だが、最尤法では植生ではない部分はなかった。この結果から最尤法ではより多くの部分を植生と判別し、かつそれらの多くは誤分類であることが分かった。



図7 オルソ画像の上に図6の内容を重ねたもの  
(図6の部分拡大、最尤法では道路面が植生であるかのように誤分類されている)

この結果から、NDVI を用いた方法が教師付最尤法分類よりも有用であることが分かった。すなわち教師付分類のようにトレーニングエリアを取得する必要がなく、バンド間の比演算だけを行うだけで適切な閾値を与えれば精度よく植生の抽出が可能である。この方法は近赤外バンドを有する空中写真でのみ実行可能であり、4バンド空中写真の有用性を示すものといえる。

#### 4-2. 高さデータと組み合わせた解析

屋上緑化を抽出するため、地表からの高さを5m、10m、20mの3段階に分けて、それぞれの高さ以上でかつ植生である部分を抽出した。この高さの区切りは、5m以上を民家2階建て、10m以上を4~6階建ての小規模ビル、20m以上を高層ビルと考えて分類したものである。例として高さが20m以上でNDVIにより植生と判別された地域を緑で表してオルソ画像に重ねて表示したのが図8である。

屋上緑化が抽出されている箇所もあるが、皇居内の森のように樹高が高い森林も含まれている。一方で高さの低いビルの屋上緑化は、高さの閾値を高くすると抽出されなくなる。高さとの組合せによる解析から屋上緑化の抽出を行うにはこれらのことを考慮する必要がある。



図8 地表面からの高さが20m以上かつ植生域  
(オルソ画像上に緑色で表示)

#### 4-3. 建物データと組み合わせた解析

国土地理院が提供している基盤地図情報の建物の面データと植生データを組み合わせて解析した。すなわち、建物であり、かつ植生であると判別された箇所を抜き出して図にした。対象範囲全体の図では細かくてよく分からないので、部分拡大図を図9に示す。これは霞が関の中央省庁と議員会館であるが、これらの屋上の緑化が正しく捉えられている。

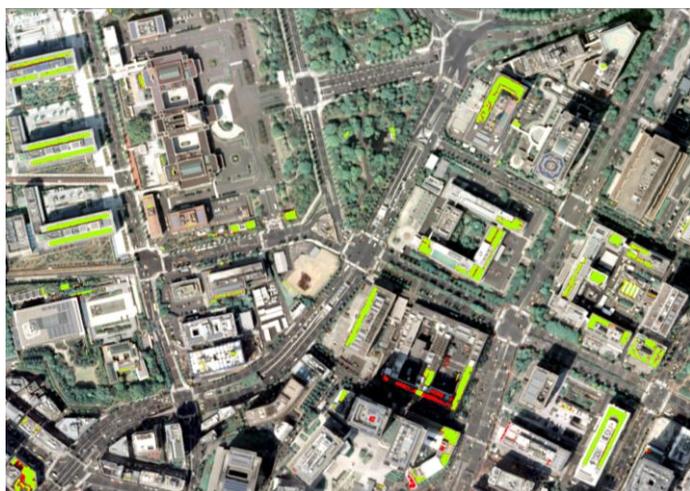


図9 建物面データ内でかつ植生と判別された部分  
(緑: NDVIによる植生、赤: 最尤法分類による植生)

しかし、詳しく調べると図10と図11に示すような失敗例が見つかった。図10の赤丸で囲った部分のように屋上緑化ではないにもかかわらず屋根の材質が植生と判別されたと考えられる例や、建物に樹木が覆い被さって一部が建物ポリゴン内部の植生と判別された例がある。



図10 オルソ画像(部分拡大)

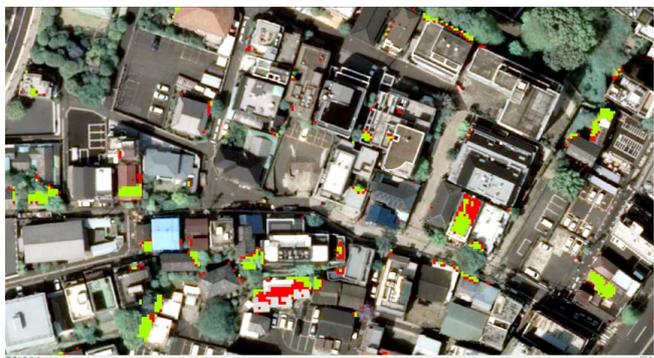


図11 上の図に建物内部の植生データを重ね合わせ

#### 5. 結論

屋上緑化の抽出には4バンド空中写真を用いたNDVIの閾値処理と建物GISデータの組合せが有用であることが分かった。しかし、抽出漏れについての十分な精度評価や上記の誤抽出の対策は今後の課題である。

#### 謝辞

本研究に使用した空中写真はアジア航測株式会社から研究目的のために貸与いただいたものである。記して厚く感謝申し上げます。本研究には東洋大学井上円了記念研究助成を受けた。

#### 参考文献

- 1) 東京都環境局: 緑化計画書の届け出  
[https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/green/plan\\_system/report.html](https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/green/plan_system/report.html) (2018年1月14日閲覧)