

(72) 高分解能衛星画像を用いた 住宅地沿道における植生環境の指標化の検討

平井 聡雄¹・羽柴 秀樹²・園部 雅史³

¹ 学生会員 日本大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14)

E-mail: csak20020@g.nihon-u.ac.jp

² 正会員 日本大学 教授 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14)

E-mail: hashiba.hideki@nihon-u.ac.jp

³ 正会員 日本大学 助教 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14)

E-mail: sonobe.masashi@nihon-u.ac.jp

住宅地の緑被環境を評価する指標として緑被率、住宅敷地内の緑化率、沿道部の緑化率が挙げられる。しかしながら、これらは植生の密集度の偏りや育成状況の多様性などは十分に反映されていない。ここでは、住宅地の道路沿道の緑被環境の評価のために、高分解能衛星画像による調査の効果が検討された。また、解析画像上の植生セル間を関連づけるための重力モデルやそれに NDVI 値を関連づける効果が分析された。この結果、公道と民有地の境界付近の緑被長さの調査に対して、道路の中心線からの解析領域の幅による効果の違いが分析された。また、重力モデルおよび NDVI 値の関連付けによる道路沿道の緑被環境の評価に対する効果が考察された。

Key Words: high resolution satellite image, residential area, vegetation cover, NDVI, gravity model

1. はじめに

高度経済成長期に全国各地において宅地造成が行われ、街路樹や生垣が整備されてきた。しかしながら、地価の上昇や不動産売却の観点からこれまで一つの敷地を複数に分割して販売されているケースが増えてきている¹⁾。また、狭小宅地が増えてきたことにより住宅における植生量が減少してきたことも報告されている²⁾。これらに対し、国土交通省は「敷地細分化抑制のための評価指標マニュアル」³⁾を作成し、住宅街の緑地評価について指標化に取り組んできた。しかしながら、その評価は緑被率、敷地内緑化率、沿道部の緑化率の3つの方法であり、これらの指標は緑の量的な観点でしか捉えられておらず、植生の分布状況や活性度など質的な評価については含まれていない。緑地環境の維持という点では量的な確保も必要であるが、質的な視点を持って保全を行うことも必要である。

衛星リモートセンシングを用いた調査は、広域的に対象地域を捉えることが可能である。これまでは解像度が低く、都市内部の状況まで把握できていなかったが、近年、高分解能衛星の開発が進み広域かつ都市内部の詳細な様子まで把握することが可能となった。航空写真と比較して定期的にデータを入手できることから今後の利用が見込まれるものの、画像分類精度や植生域の形態把握についてはまだ十分

に検討されているとは言えない。最近ではドローンによる空撮画像の利用も進んでいるが、住宅地では法規制や地域の条例による制限等、複雑な事例が多いのが現状である。また、現地調査による手法では多大な労力を要することが考えられる。

これまでの研究では Landsat 衛星画像を用いた広域的な緑地の関係性の指標化について行った研究⁴⁾、高分解能衛星を用いた都市の土地被覆分類手法にまつわる研究⁵⁾、航空写真を用いた緑被環境の時系列比較を行った研究^{2,6)}などはあるが、住宅街の詳細な植生に着目して緑地環境の分布や活性度を含めた指標化を行った検討事例は少ない。

今回の研究では、高分解能衛星画像から抽出した植生域に対し重力モデルや植生活性度を活用して、植生の絶対量だけでなく植生分布や活性状況を含めた定量化を行うことを目的とした。

2. 対象地域と使用データ

(1) 対象地域

大阪府の千里ニュータウンを対象地域とする。千里ニュータウンは新住宅市街地開発法により整備されており、道路構造や街路樹の選定について基本的な構造をしている地域である。

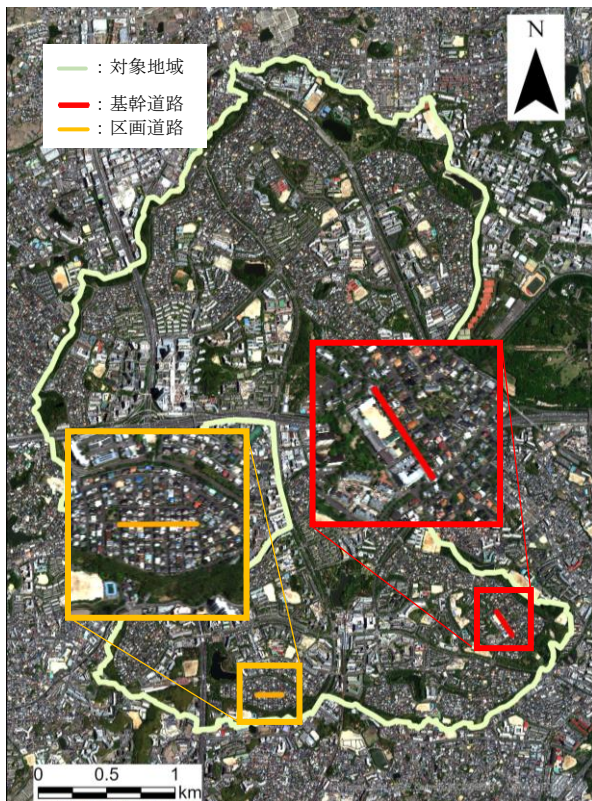


図-1 対象地域内の解析検討道路

(2) 使用データ

本研究では WorldView-3 衛星により 2019 年 5 月 19 日に撮影された高分解能衛星画像を使用した。分解能はマルチスペクトルで 1.2m である。衛星画像データは大気補正、オルソ補正、地表面反射率への変換処理を行ってから解析を行った。

3. 調査手法

(1) 植生抽出手法

1～8 バンドのマルチスペクトル画像を用いて ISO クラスタ法による教師なし分類から植生域を抽出した。ここではクラス数を 7、最小クラスサイズを 20、サンプル間隔を 10 と設定し得られた結果を画像判読と比較し植生域と判定できる分類項目をまとめて植生域として抽出した。

(2) 重力モデルを用いた距離の重み付け

抽出された各植生セルを中心に半径 5m の円を取り、中心の植生セルから円内部に含まれる各植生セルの距離の 2 乗分の 1 を足し合わせた値を算出した。

(3) NDVI (正規化植生指標値) 値の算出

可視光赤(R)と近赤外線(NIR)の地表面反射率を用いて式(1)より NDVI 値を算出した。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

(NIR : 近赤外線の地表面反射率,
R : 可視光赤の地表面反射率)

(4) 重み付けによる比較

a)国土交通省が示す沿道部の緑化率³⁾と同じように路線長に対して緑被が占める長さを算出するため、植生セルを 1、植生以外のセルを 0 として重み付けを行った。

b)抽出された植生セル域に対し、重力モデルを用いた距離の重み付けを行った。a)の手法では植生の有無でしか評価されないが、重力モデルを用いることで植生が集積している場所では値が高くなり、まばらに分布している場所では値が低くなる特性を有する。

c)抽出された植生セル域に対し、重力モデルを用いた距離の重み付けに加え NDVI 値を掛け合わせて評価を行った。b)では植物の位置に関する関連性しか含まれていないが、NDVI 値を用いることで植生の性質を含んだ指標化が可能と考えられる。

(5) 路線のバッファ領域の幅による比較

公道と民地との境界付近の植生域を調査するため、バッファ領域の幅の違いによる評価の比較を行った。その種類を以下に示す。

- a) 道路幅員の場合
- b) 道路幅員の 1.5 倍の幅の場合
- c) 道路幅員の 2.0 倍の幅の場合

(6) 検討対象道路の区分について

ニュータウンなど計画的に整備された地域での道路状況は歩道・街路樹が設置されている基幹道路と歩道・街路樹が設置されていない区画道路の 2 つが大半を占める。そのため、今回の研究では対象地域(黄緑枠)のうち基幹道路(赤色)と区画道路(橙色)を 1 か所ずつ選定し、上記(4)と(5)の精度についてそれぞれ比較検討を行った。場所を図-1 に示す。

(7) 目視判読による沿道部の緑化率の調査と比較

画像判読から沿道部の緑被長さを調査し、路線長に対する沿道部の緑化率³⁾を評価した場合と、画像処理によって路線に沿った 3 種類の幅で設定されたバッファ領域内の植生セル域の抽出結果から路線長の長さに対する緑被長率を評価した場合の特性の違いを比較した。比較する道路幅員は上記(5)に示した 3 つの場合を検討した。

ここでの画像解析によって調査した緑被長さは、バッファ領域内で路線の両横断方向の全ての各植生セル領域を道路中心線上に投影した際の長さの合計とし、区間路線長で除した割合で比率表示した。この際、路線左右の横断方向にいくつかの大きさが異なる植生セル領域が重なって並んでいる場合は、中心線にその全領域を投影させた最大の長さをここでの測定長とした。また、画像の目視判読による沿道部緑被長の調査方法は、路線の両横断方向の公道と民地の境界に位置する各植生域を道路中心線上に投影した際の長さを測定した後、合計したものをここでの沿道部緑被長とし、その長さを区間路線長で除した割合で比率表示した。



図-2 道路区分および各バッファ幅と各画像解析手法での結果の比較

4. 研究結果

対象領域での結果を図-2 に示す。縦に植生抽出する範囲の違い、横に抽出した植生セルの重み付けの違いについて並べた。

(1) 基幹道路

a) 幅員による違い

幅員の 1 倍では街路樹のみの評価判定に活用が可能である。幅員の 1.5 倍では公道上の街路樹と住宅敷地内にある生垣の植生セルを含めて緑被長が測定されることから、国土交通省が定義する沿道部の緑化率³⁾をおおよそ調査できると考えられる。幅員の 2 倍では公道上の街路樹と住宅敷地内の生垣と両方合わせて調査できたが、住宅敷地内の植生のうち、接道していない植生を多く含む傾向が示された。

b) 手法による違い

ここでの画像処理によって植生セルのみを抽出し評価する手法では、路線周辺の植生域の面的分布を詳細に調査することが可能であった。しかしながら、国交省が定義する沿道部の植化率の調査には、図-2 の緑枠で示すように沿道の植生が含まれないこともあるため解析のバッファ領域の幅に留意することが必要なことが考察された。

また、重力モデルを用いた場合と、重力モデルと NDVI 値を組み合わせることで街路樹の性質の面的な変化傾向が詳細に判断することが可能となった。特に NDVI 値を加えた重力モデルの場合、図-2 の青枠で示した範囲など植生が集積している場所においても植生の状況の違いがより評価できることが考察された。

(2) 区画道路

a) 幅員による違い

幅員の 1 倍では住宅敷地内から公道にはみ出た立木などが部分的に表示されるのみとなった。幅員の 1.5 倍および 2 倍では、住宅敷地内の生垣と立木を合わせて表示することができた。特に 2 倍の場合、植生が接道しない部分は比較的適切に植生域としてカウントされない傾向が示された。

b) 手法による違い

幅員の 1.5 倍および 2 倍では、住宅敷地内の生垣と立木を合わせて表示することができた。植生セルのみをカウントすると、国交省が定義する沿道部の緑化長さをおおよそ取得できる傾向が考察された。

表-1 手法別に見た道路沿道の緑被長・率の比較

手法	測定域	調査内容	路線種別	
			基幹道路	区画道路
今回の画像解析手法による結果	幅員×1.0 の バッファ領域内	長さ	171.1m	264m
		割合	0.83	0.15
	幅員×1.5 の バッファ領域内	長さ	191.9m	1152m
		割合	0.92	0.64
	幅員×2.0 の バッファ領域内	長さ	198.7m	1296m
		割合	0.96	0.72
画像判読による測定	民地と公道の 境界線上(沿道部 の緑化長・率)	長さ 割合	185.7m 0.89	1268m 0.70

また、重力モデルを加えることで、生垣が長い場所や生垣と立木が連続している場所など植生が多く密集している場所を面的な変化傾向まで詳細に表現することができた。しかしながら、区画道路の場合、サンプル数が少ないことから重力モデルの効果は比較的低いことが考察された。

(3) 沿道部の緑化率の測定結果との比較

画像判読による沿道部の緑化率³⁾の測定結果と、ここでの画像処理による植生セル抽出域から算定した3つのバッファ幅の場合での路線長に対する緑被率の比較を表-1 に示す。基幹道路においてはバッファ幅が道路幅員の 1.5 倍、街区道路では幅員の 2 倍の場合が、沿道部の緑化率と比較的近い値を示すことが示された。また、画像判読による沿道部の緑化率との差が大きくなるバッファ幅においても、今回検討した重力モデルや重力モデルと NDVI 値の組み合わせによる評価に示されるような沿道部緑被長とは異なる観点からの評価軸が道路沿道の植生環境に加えることができる可能性を考察できた。

5. おわりに

ここでは、道路沿道の植生環境を評価するにあたって、高分解能衛星画像を用い、植生セルの抽出とセル間の重力モデルを組み合わせることでより効果的に評価できる可能性を考察することができた。また、基幹道路では道路幅員の 1.5 倍、街区道路では幅員の 2 倍のバッファ域内での今回の画像解析による路線長に対する緑被率が、画像判読による従来の沿道部の緑化率に近い値を示すことが示された。また、重力モデルや、それに NDVI 値を関連づけることより、住宅街における小規模な植生の集積度合いをより効果的に評価することが可能であることが考察できた。今後は今回提示したモデルの数値化を進めるとともに、モデル地区を増やすことでモデルの精度向上を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 東京都：東京の土地 2019（土地関係資料集）
<https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/seisaku/tochi/2019/tochi_siryou-02.pdf>（入手 2021.4.25）。
- 2) 田川圭佑, 加我宏之, 下村泰彦, 増田 昇：昭和初期に開発された堺市大美野住宅地における住宅更新と接道部の緑の変化実態に関する研究, 都市計画学会都市計画論文集, Vol.45, No.3, pp. 775-780, 2010.10.
- 3) 国土交通省：敷地細分化抑制のための評価指標マニュアル <<https://www.mlit.go.jp/common/001225098.pdf>>（入手 2021.4.25）。
- 4) 小林優介, 福井弘道, 石川幹子：小流域を単位とした森林分布の評価方法とその適用, 都市計画学会都市計画論文集, Vol.36, pp.271-276, 2001.
- 5) 廣田福太郎, 大西暁生, 森杉雅史, 井村秀文：高分解能衛星画像を用いた都市内緑地分析に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol. 30, pp. 91-99, 2002.10.
- 6) 武田重明, 田中陽大, 加我宏之, 増田 昇：連続性から捉えた千里ニュータウンにおける団地建替えによる緑地の変化に関する研究, 都市計画学会都市計画論文集, Vol.48, No.3, pp. 381-386, 2013.10.