

高分解能衛星画像データによる 都市域の小規模植生分布の抽出

羽柴秀樹¹・亀田和昭²・田中總太郎³・杉村俊郎⁴

¹正会員 工修 日本大学助手 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)

²正会員 工博 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)

³正会員 工博 研究部長 (財)リモートセンシング技術センター (〒106-0032 東京都港区六本木 1-9-9 六本木ファースビル)

⁴正会員 工博 主任研究員 (財)リモートセンシング技術センター (〒106-0032 東京都港区六本木 1-9-9 六本木ファースビル)

都市域の小規模な植生の詳細な分布を明らかにすることは、都市の環境評価を行なうために重要な要素である。最近観測が開始された高分解能衛星観測データ (IKONOS データ) を利用し、都市域の小規模な植生分布の抽出可能性を検討した。抽出結果の評価のために詳細なグランドトゥルースを行ない、画像情報と現地に対応を検討した。検討の結果、占有面積が約 2m^2 以上のスケールの植生が判読可能であることが検証された。また、IKONOS データにおける正規化植生指標値 (NDVI) の提案を行ない、植生域の抽出可能性について検討した結果、植生の分布形状によっては、約 1m^2 以上の占有面積をもつ植生分布の抽出が可能であり、都市域における詳細な植生分布図作成の可能性が検証できた。

Key Words : environment surveying, vegetation, urban environment,
high resolution satellite remote sensing, vegetation index, IKONOS

1. はじめに

人工構造物が過密した都市域の中で自然環境を適切に整備し維持していくことは、都市における生活環境を改善する上で重要な課題の一つである。自然と共生した循環型の都市環境整備の提唱^{1),2)}や都市域におけるアメニティ空間の配置評価³⁾等にも見られるように、今後の都市基盤整備と自然環境の関わり方が重要視されてきている。これらの中では、都市域における水と緑の骨格的な環境整備指針が検討されており、主に公共性の高い緑地やオープンスペース、自然公園の整備指針などが評価されている。このような公園・緑地または街路樹等の比較的大きなスケールの緑地は主に行政等が主体となって整備され維持・管理されている。

都市域には、比較的大きなスケールで公共性の高い植生群の他に、その地域に住む住民にとってより身近な庭や花壇、屋上庭園など小規模なスケールの植生群が非常に多く点在している。小規模な植生群が都市生活の中で求められる理由として、生理・心理的な効果や微気象の緩和効果など、人の感覚に非常に密接な点で効果的であることが挙げられる^{1),4)}。

また、都市の緑文化の創出など、小規模な植生の整備に対する都市生活を背景とした重要性が叫ばれてきている^{5),6)}。このように、都市域における植生環境を考え、評価する上で、都市生活に密着した小規模な植生群の分布特性を知ることは都市域での環境評価を行なう上で1つの重要な評価要素として位置づけられ始めている。

これまでに、人工衛星リモートセンシングによって観測された画像データを利用した植生環境の調査や都市域の環境評価方法について種々の検討がなされている^{7)~11)}など。また、環境庁自然保護局が調査・作成した植生図のうち第4回調査では人工衛星 LANDSAT/MSS, TM センサーによる衛星観測画像情報が植生図作成に利用され、5万分の1スケールで各都道府県別に編集されている^{12),13)}。さらに、さまざまな土地被覆の反射特性が重なりあって観測されている一画素の情報から、緑被率を推定しようとする試みが幾つか検討されている^{14),15),16)}など。以上のようなこれまでの検討には、主に LANDSAT 衛星に代表される公称地上分解能が $30\sim 80\text{m}$ 前後のセンサーによる観測データが使用されており、示されている結果は比較的大きな植生環境の状況と考え

られる。しかしながら、センサーの地上分解能以下のスケールで数種の土地被覆種目が複雑に混在した場合などでは、調査精度が低下することが従来から指摘されてきており^{17),18)}、都市域に非常に小規模で多数点在する植生群などの的確な抽出は困難であった。より詳細な都市域の土地被覆の状況を把握する目的で航空機に搭載された MSS センサーによる調査手法がこれまでに検討され、高分解能な Multi spectral データを用いた植生分布調査の可能性が示唆されている^{19),20)}。

最近、地上分解能が Panchromatic で $1\text{m} \times 1\text{m}$ 、Multi spectral (可視光赤, 青, 緑および近赤外) で $4\text{m} \times 4\text{m}$ の非常に高分解能な性能を有するリモートセンシングが衛星観測で行われ始めた (IKONOS 衛星)²¹⁾。この高分解能な衛星観測データを都市域での植生分布調査に利用することによって、従来の衛星観測では測定することが困難と考えられていた、詳細な植生分布図を作成・提案することができる。さらに、調査範囲の広域性や観測周期性等、航空機観測では困難な人工衛星独自の特徴を生かすことにより、広域な範囲において等しい条件下での観測が可能となり、大量の航空写真による調査手法にとって替わる特徴を有している。加えて、このような詳細にわたる植生の分布状況を知ることは今後の都市域での植生環境評価に十分に生かすことが可能であり、都市域の生活環境改善などの具体的な都市環境問題の解決に寄与できると考えられる。

また、IKONOS 画像によって取得された土地被覆の 3 次元情報から建ぺい率や容積率の実態が把握され、都市の空間構造の分析の可能性が期待できる。

また、今回の植生調査のように土地被覆の種々の特徴を引き出す高精度な主題図の調査・作成が可能であり、都市や地域の実態に即したビジュアルなデジタル情報を GIS により複合して解析することにより、各行政区域での住環境、自然環境の詳細な実態調査に基づく維持管理手法の新たな展開が期待できる。

ここでは、IKONOS 衛星によって観測された画像を利用して、都市域の小規模な植生の判読抽出の可能性を検討した。また、従来から提案されてきた地覆の分光測定値を利用した植生指標の考え方を IKONOS 画像データについて拡張適用する検討を行ない、都市域の小規模な植生がどの程度検出できるかその可能性について検証と考察を加えた。ここで、小規模な植生の定義については、植生の維持管理や植生そのもののスケールに着目して、鉢植え、花壇、庭木、屋上庭園、つた、街路樹等に項目分類した。また、判読や植生指標値による植生被覆域抽出の妥当性を検証するために、詳細なグランドトゥ

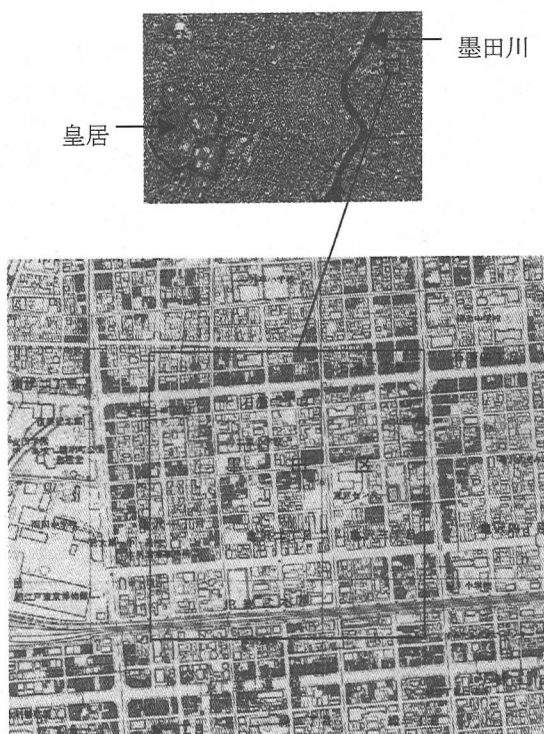


図-1 検証テストエリア (東京都墨田区石原周辺地域)

ルースを実施し、画像解析から得られる情報との整合性から評価を行った。

2. テストエリア

今回はテストエリアとして、東京都墨田区の石原周辺を選定した (図-1)。選定したエリアの大きさは実距離にして $600\text{m} \times 600\text{m}$ のエリアである。この地域は関東大震災後に区画整理事業が展開された場所であり、戦後に区画整理された場所にくらべ小規模な住居が密集した下町特有の街並みが形成されている場所である。住居地がほとんどを占めているこのような場所では、日常の生活の中に小規模な自然植生が多数点在している。すなわち、その地域に居住している地域住民が直接手を加え維持管理している植生群であるといえる。特に、最近では生活に身近な空間に植生環境を整えようと屋上庭園等が整備されたマンション等が増加しつつある場所である。

都市計画都市における緑地計画として重点的に議論されるのは公園整備など公共のオープンスペースの整備指針策定や、道路沿道の街路樹整備の指針策定についてである。ここでの研究の対象である、植生とその分布状況の調査の主眼として、その地域に



図-2 テストエリア内の小規模植生に対するグランドトゥールースポイント(1~50)

住む住民の独自の視点によって維持管理されている生活に密着した自然環境のミクロな状況を分析することによって、その地域住民の自然環境維持に対する意識や努力の評価が可能と考えられる。このような観点から、今回の下町の様相を呈している場所をテストエリアとして選定した。

3. 調査対象植生の種類とグランドトゥールースによる評価

(1) 対象とした植生の種類

今回は都市域に存在する小規模な植生群を調査対象とした。都市域の植生は社会基盤整備の一貫として整備される街路樹、公園などの公共地に植樹される比較的大きな領域に植樹されるものと、個人が主体となって配置したり、植樹する小規模な植え込みや鉢といったものまで様々な形態がある。植生の面的なスケールから考察すると、公共性の高い場合ほど、比較的大きな面積をしめており整備に関して個人が関わることはほとんど皆無である。これに対して、個人の手の加わる率が高い鉢植えや個人住居の小庭

などは比較的小規模である。これまでに、自然と共生した都市緑地計画を進めるため、植生のスケール別の留意点を検討する目的で都市広域、都市、地区、各戸、公園緑地、その他といった概略の植生占有面積による種別が提案されている⁴⁾。これらの検討を参考にして、ここでは、「人の手の関わり方」と「面的なスケール」に考慮し、植生を6つの種類に分けて調査、解析を行なった。対象となる種類は、鉢植え、花壇、庭木、屋上庭、つた、街路樹であり、これらの6つを植生形態と表現した。また、IKONOS画像でどこまで小規模な植生が抽出できるか詳細に解析するために、鉢植えの密集状況を1個が単独して配置された状態から20個以上が密集して配置された状態まで面的なスケールに幅を持たせて選定した。

(2) グランドトゥールースと評価

種別された植生に対するグランドトゥールースを行なった。調査の項目は、植生形態の判別、位置、配置状況、植生の占める面積の測定などである。調査日は2000年5月27日である。各グランドトゥールースのポイントの場所を図-2に示し、各ポイントの植生の状況を表-1に示す。

画像判読と植生指標値を用いた植生分布の抽出評価についてはグラントゥルースの各ポイントでの判読状況と現地の状況を比較検討し、どの程度のスケールの植生分布が判読可能か判断した。また植生指標による植生分布の検出に対してはグラントゥルースの各ポイントで適確に植生指標値がカウントされているか検証した。

なお、衛星画像データの観測日とグラントゥルースの実施日に約2ヶ月余りの隔たりがあり、植生の葉の生育状況に若干の変化があると考えられる。ここで対象としている小規模な植生については、この2ヶ月の隔たりは植物の種類などから小さいことをグラントゥルースで確認した。

4. IKONOS 画像データの概要

今回使用した IKONOS 画像は(株)日本スペースイメージングから提供を受けたものである。画像の主な諸元は以下の通りである。

- ・観測日：2000年3月10日
- ・撮影場所：東京中心部
- ・センサータイプ：Panchromatic / Multi spectral(可視光域(青, 緑, 赤), 近赤外域)
- ・画素サイズ：Panchromatic 画像 = 1.0m
Multi spectral 画像 = 4.0m
- ・データビット数：11bit 形式

加えて、観測波長帯は Multi spectral 画像の青が $0.45 \sim 0.52 \mu\text{m}$ 、緑が $0.52 \sim 0.60 \mu\text{m}$ 、赤が $0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$ 、近赤外が $0.76 \sim 0.90 \mu\text{m}$ であり、Panchromatic 画像は Multi spectral 画像の観測波長帯すべてを含む $0.45 \sim 0.90 \mu\text{m}$ をカバーしている。

5. Multi spectral 画像の $1\text{m} \times 1\text{m}$ への高分解能化と正規化植生指標

今回の検討のフローを図-3に示す。図に示されるように、1画素が $1\text{m} \times 1\text{m}$ の高分解能な Multi spectral 画像への拡張処理を行ない判読および植生指標値の算出を行なった。その結果に対してグラントゥルースによる評価を行なった。

IKONOS 画像データの Panchromatic 画像は地上分解能が $1\text{m} \times 1\text{m}$ である。また Multi spectral 画像の地上分解能は $4\text{m} \times 4\text{m}$ である。 $1\text{m} \times 1\text{m}$ の高分

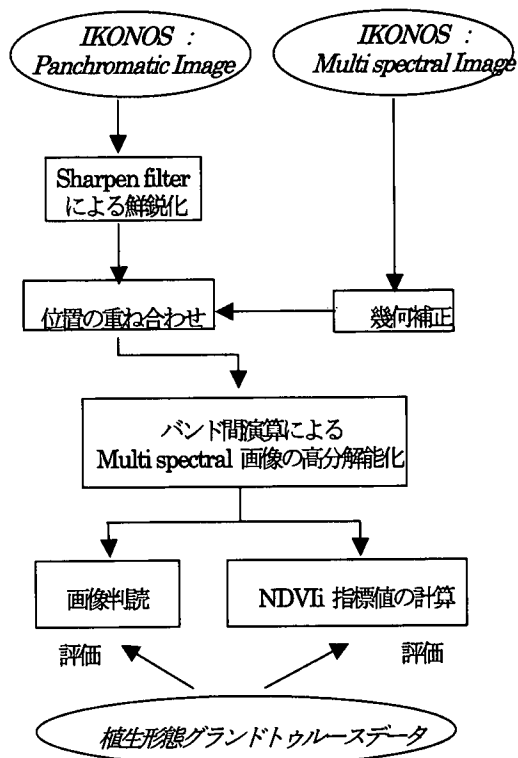


図-3 解析のフロー図

解能な Multi spectral 画像を拡張作成する前処理として、最初に Panchromatic 画像に対して Sharpen filter 処理を施し画像のより鮮鋭化をはかった(図-4)。次に、Panchromatic 画像と Multi spectral 画像の厳密な位置合わせを行った。Panchromatic 画像と Multi spectral 画像上で共通する GCP (Ground Control Point) をテストエリア周辺およびテストエリア内に30点選定した。このGCPを基に画像の重ねあわせを行った。その後、Multi spectral 画像と Panchromatic 画像の間でバンド間演算を行ない、画像を作成した。

Multi spectral 画像の可視光赤と近赤外の digital number から算出される植生指標の代表的なものとして NOAA/AVHRR データに対して Normalized Vegetation Index (NDVI) が式(1)により提唱されている。

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{AVHRR 2 ch} - \text{AVHRR 1 ch})}{(\text{AVHRR 2 ch} + \text{AVHRR 1 ch})} \quad (1)$$

式(1)を背景として、SAVI (soil adjusted vegetation index) やこれの改良形として MSAVI 等の指標が幾つか提案されてきている^{22), 23)}。今回は、最も基本的と考えられる NDVI に焦点をあて、上式を参考に、

表-1 各グラントゥールスポイントの植生形態と詳細な状況および判読結果

地図番号	植生形態	詳細な状況	幅(m)	奥行(m)	面積(m²)	並び	植生としての判読	植生形態の判読
1	鉢	中鉢1個	0.3	0.3	0.09		X	
2	鉢	中鉢2個	0.5	0.5	0.25		X	
3	鉢	中鉢3個	1.5	0.3	0.45	1列並び	X	
4	鉢	中鉢6個	1.5	0.5	0.75	2列並び	X	
5	鉢	小鉢10個	1	1	1	3列並び	X	
6	鉢	小鉢15個程度	2	0.5	1	2列並び	X	
7	鉢	中鉢、小鉢20個程度	2	0.5	1	3列並び	X	
8	鉢	中鉢4個	2	0.5	1	1列並び	X	
9	鉢	中鉢5個	2	0.5	1	2列並び	X	
10	鉢	中鉢6個	1	1	1	2列並び	X	
11	鉢	中鉢15個	5	0.3	1.5	1列並び	X	
12	鉢	小鉢15個	1	1	1	2列並び	X	
13	鉢	中鉢6個	2	0.5	1	1列並び	X	
14	鉢	中鉢8個	1	1	1	3列並び	X	
15	鉢	中鉢9個	4	0.5	2	1列並び	△	
16	鉢	大鉢、中鉢20個程度	5	0.5	2.5	2列並び	△	
17	鉢	中鉢、小鉢20個程度	6	0.5	3	3列並び	△	
18	鉢	中鉢15個	6	0.5	3	2列並び	△	
19	鉢	中鉢15個以上	6	0.5	3	1列並び	△	
20	鉢	小鉢20個以上	3	2	6	5列並び	○	
21	花壇	ビル前の花壇	2	0.5	1		X	
22	花壇	ビル前の花壇	2	0.5	1		X	
23	花壇	ビル脇の植え込み	1.5	1.5	2.25		△	
24	花壇	ビル前の花壇	5	0.5	2.5		○	
25	花壇	ビル前の花壇	6	0.5	3		X	
26	花壇	ビル前の花壇	3	1	3		X	
27	花壇	ビル前の花壇	8	0.5	4		△	
28	花壇	住宅前植え込み	4	2	8		○	
29	花壇	ビル前の花壇	6	2	12		○	○
30	単独街路樹(小)	小	1.5	1	1.5		X	
31	単独街路樹(小)	中	1.5	1.5	2.25		○	
32	つた	ビル壁一面	5	0.5	2.5		△	
33	屋上庭園	マンション屋上の植生	3	3	9		○	
34	屋上庭園	マンション屋上の植生	3	3	9		○	
35	屋上庭園	住居2階ベランダの植生	4	4	16		○	
36	屋上庭園	住宅2階ベランダの植生	5	5	25		○	
37	屋上庭園	マンション屋上植生	8	6	48		○	
38	庭木	植木	3	3	9		○	
39	庭木	植木	5	3	15		△	
40	庭木	植木	4	4	16		△	
41	庭木	植木、鉢の混合	10	2	20		○	
42	庭木	マンションの庭園植群	30	1	30		○	○
43	庭木	樹木の植木	10	10	100		○	
44	庭木	ランド脇の植群	10	10	100		○	○
45	庭木	住宅前の庭	10	10	100		○	
46	庭木	住宅前の庭	10	10	100		○	
47	庭木	公園の植群	30	5	150		○	○
48	庭木	ビル前の垣根植群(花壇)	3	50	150		○	○
49	庭木	住宅前の庭	15	15	225		○	
50	庭木	マンションの庭園植群	30	10	300		○	○

表中凡例, ○: 明確に判読可能, ×: 判読不可能, △: 判読できる

場合と不可能な場合の境界



図-4 IKONOS 衛星画像データ(1m 解像度モノクロ)
東京都墨田区石原周辺



図-5 IKONOS 衛星画像データ(1m 解像度の準ナチュラルカラー)
(R:可視光 赤, G:近赤外光, B:可視光 緑)



図-6 鉢植え（1～6個密集），つた，および小規模な花壇の画像判読

式(2)で算出したものをNDVI_i(ここにiはIKONOSに適用という意味)とした．ここで，Kはスケールパラメータであり，この値によって算出結果の階調幅を変化させることが出来る．今回は，試行的にK=10とK=100の二つの場合について検討を行なった．

$$NDVI_i = \frac{\{DN_{Eh}(IR) - DN_{Eh}(VI-Red)\}}{\{DN_{Eh}(IR) + DN_{Eh}(VI-Red)\}} \times K \quad (2)$$

DN_{Eh} : 1m×1m 分解能の Multi spectral
画像の digital number,

VI : 可視光, IR : 近赤外光

6. 画像判読とグランドトゥールズによる評価

(1) 鉢の判読

植木鉢が1～5個程度設置されている場合には画像から判読が不可能であった[例: Point 1, 2 (図

-6)]. このような場合，概略の占有面積は0.1～0.8 m²の範囲であった．また鉢の数が6～10個程度の場合でも，同様の傾向を示した[例: Point 4, 10 (図-6)]. この場合では実際の占有面積で約1 m²程度の広さである．このような判読結果となった理由として，センサー地上分解能の限界の他にセンサーの観測角や太陽光の入射方向および影の影響などが考えられ，今後検討を要する点であると考えられる．また，Point 15～19については判読できる場合と不可能な場合の境界であった．これらのPointは面積として2～3 m²の付近であり，10個程度以上の鉢が幅0.5 mの小さい列状に設置された場合である[例: Point 18 (図-7)]. それに対して，Point 20 (図-7)は判読出来た．これは，面積が6 m²で，20個の小鉢が幅2 mで設置されている場合である．

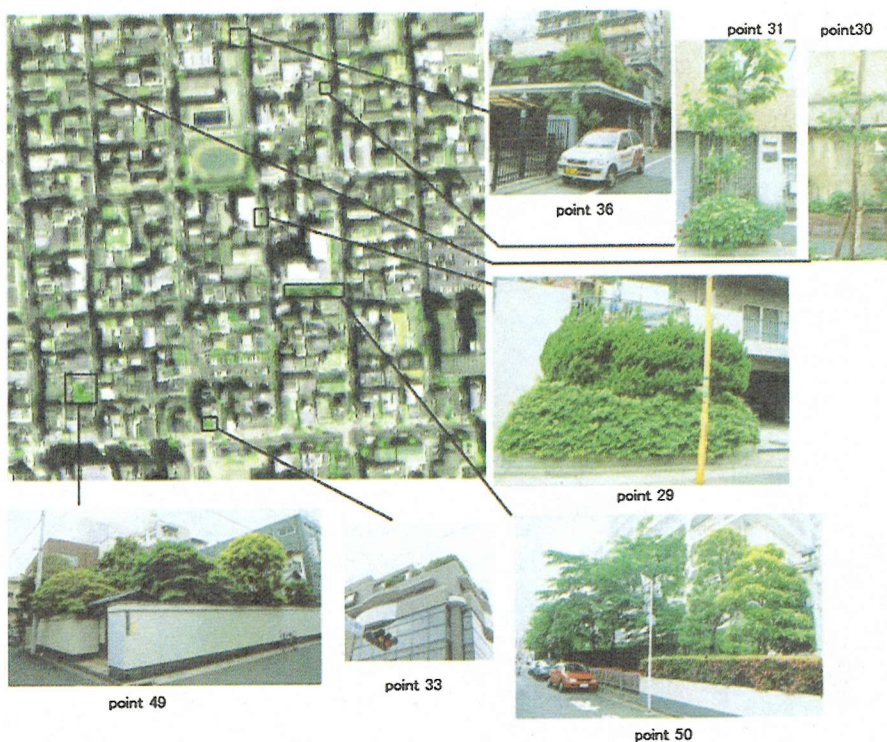


図-7 鉢植え（10～15個以上密集）および花壇の画像判読

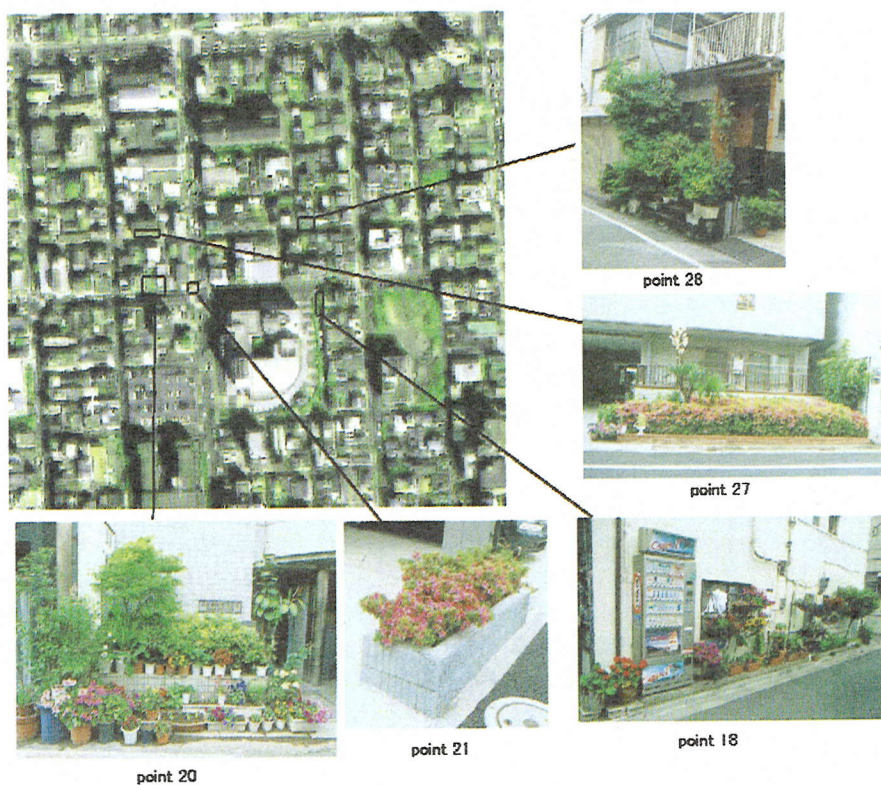


図-8 庭木、屋上庭園の画像判読

(2) 花壇の判読

2~4 階建ての比較的低層のマンションや小規模なビルのエントランスに配置されている花壇等の判読を試みた。このような花壇は占有面積が小さいものは約 0.5m^2 から大きなもので約 15m^2 である。面積が 1m^2 の Point21 (図-7), Point22 (図-6) の場合、判読することが出来なかった。また、面積が $2\sim4\text{m}^2$ の場合、判読できた Point24 や判読できなかった Point25, Point26 や Point23, Point27 (図-7) のように判読できる場合と不可能な場合の境界が混在した結果となった。これに対して、面積が 8m^2 の Point28 (図-7) や、 12m^2 の Point29 (図-8) の場合、判読出来た。特に、住宅敷地内の小規模な小庭状の花壇であると、独立した個々の花壇が集合した状態として判読可能であった。

(3) 街路樹およびツタの判読

整備されている街路樹のなかでも、今回のテストエリアにおいては比較的小規模なものを選定し、判読を試みた。Point31 (図-8) に示されるような一本の樹木の根元を低木が覆っている場合、判読することが出来た。しかし、Point30 (図-8) のように面積が小さく、低木の場合では判読が不可能であった。また、Point32 (図-6) のように3~4階建てのビルの壁一面がツタで覆われている場合、現地では非常に植生量が豊富に観察できるが、ほぼ真上の位置から観測された衛星画像データではつたの占有面積は小さく、画像上で判読出来る場合と不可能な場合の境界であった。

(4) 屋上庭園および庭木の判読

自然植生が少ない地域では Point33 (図-8) や Point36 (図-8) のような屋上やベランダ部分に小さな庭を設置している場合が多く見られる。このような場合、植生の占有面積は約 $3\sim4\text{m}^2$ であり、画像上で十分に判読できた。また Point49 (図-8) のような一戸建て住宅の広い庭や Point50 (図-8) のようなマンション脇に設置されている庭園状の庭などは容易に判読することができた。また植生の占有面積が大きいことから公園等として判断できた。

7. NDVI を用いた小規模植生の抽出

(1) グランドトゥールズ地点の NDVI 値の検出

今回提案した方法によりテストエリアの NDVI を算出し、8bit スケールで記録した画像データを作成した。この画像データを利用して、グランドトゥ

ールズした場所で NDVI がどの程度算出され、検出できるか検討した結果を図-9, 10 に示す。図-9 はスケールパラメータ K を 10 とした場合であり、図-10 は K を 100 とした場合である。また、グランドトゥールズによって計測した各 Point の植生占有面積を図-11 に併記した。

鉢植え(Point1~20)について見てみると、 $K=10$ 、 $K=100$ の場合共に、占有面積が約 1m^2 未満の Point1~4 については、NDVI 値が検出されなかった。

占有面積が約 1m^2 の Point5~14 については、 $K=10$ の場合ではほとんど検出されなかったが、 $K=100$ の場合で Point8, 9, 10, 12, 13, 14 が値にして $1\sim10$ の微小値で検出することができた。さらに、占有面積が 2m^2 以上の Point15~20 については、 $K=10$ の場合、Point17, 18, 20 のみしか検出できなかったが、 $K=100$ の場合、Point16 以外は検出できた。しかし、Point15 では検出値が 1, Point19 では 4 と微小値であった。花壇(Point21~29)については、 $K=10$ の場合 Point24, 25, 27, 28, 29 を検出でき、 $K=100$ の場合では、Point23 以外を検出することができた。また、占有面積が 2m^2 以上の Point23~29 については、 $K=10$ 、 $K=100$ の場合共に多少のばらつきはあるがほぼ全て検出された。加えて、小規模な街路樹 (Point30, 占有面積約 1.5m^2) は $K=100$ の場合で検出可能となっている。以上の鉢植え、花壇、小規模な街路樹の検出結果から判断し、 $K=100$ の場合で占有面積が 1m^2 の植生分布が NDVI から検出可能であることが検証できた。

一方、比較的占有面積が大きい Point23~50 については、 $K=10$ 、 $K=100$ の場合共にほぼ全ての点で NDVI 値が検出された。これらの点では NDVI の検出値に大きな幅が得られ、詳細な樹木の種類や密集状況を反映した種々の情報が得られていると推測される。

ここでスケールパラメータについて補足説明を加える。今回は NDVI 値について画像表示しやすくするために、 $K=10$ と $K=100$ の場合で検討を試みた。ここで、 $K=100$ の場合、計算結果の少数第 2 位まで植生指標カラー表示画像上で表示される。 K が小さいと植生であっても植生域として表示がなされず、また K が大きいと逆に植生とは異なる地物まで表示されてしまう傾向が認められた。このことから、最適の K 値については今後さらに検討を加える必要があると考えられる。

(2) 植生項目種と NDVI の関係についての考察

(1) で検討した検出結果を基に、今回調査した植生項目種と NDVI の検出範囲の関係を考察した結果

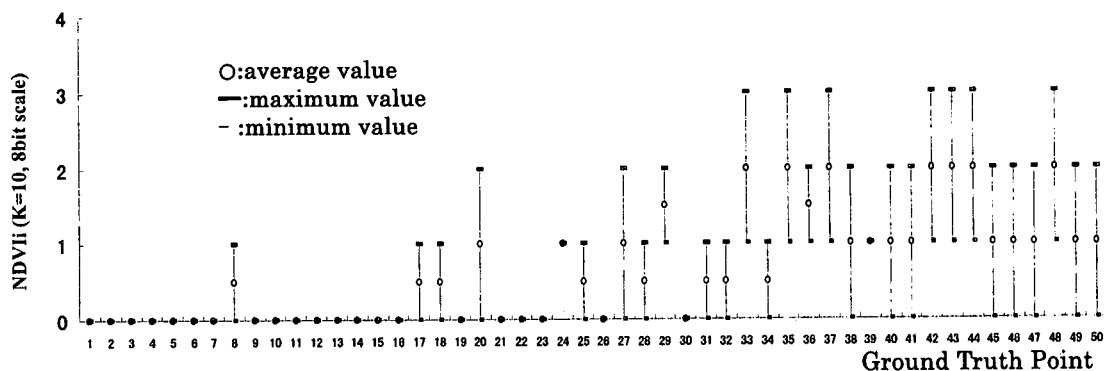


図-9 各グラントゥールスポイントにおける NDVI 値 (K = 1 0)

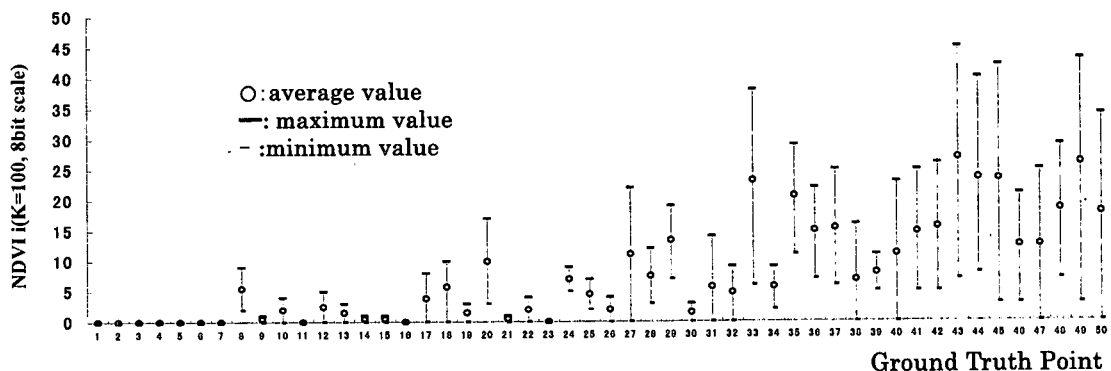


図-10 各グラントゥールスポイントにおける NDVI 値 (K = 1 0 0)

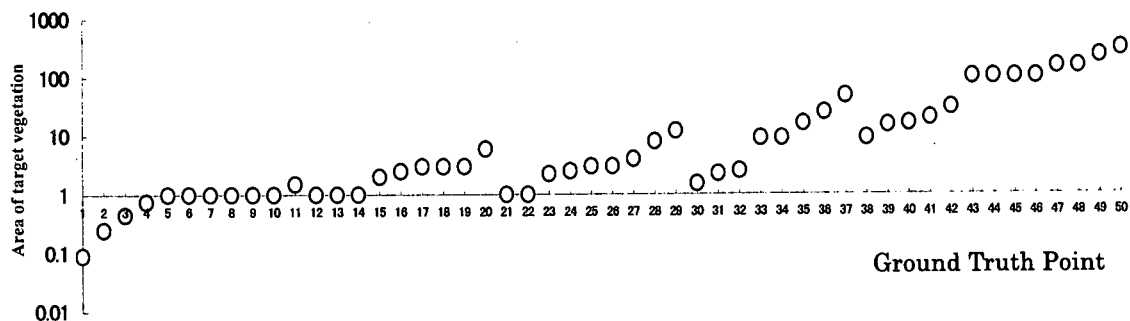


図-11 グラントゥールスポイントでの植生の占有面積

について図-12 に示す。図中、AREA 1 は占有面積が 1m^2 程度の小規模な植生が検出された範囲である。AREA 2 は屋上庭園や比較的小さい庭木の密集地である。また、AREA 3 は比較的植生の占有面積が大きい一戸建て住宅の庭や庭園などである。

図-13 はグラントゥールスのポイントにおいて検出された NDVI 値の面的分布状況である。スケールパラメータが 100 の場合では、非植生被覆領域の誤抽出率が若干増加する傾向が認められるが、面的に見て植生部分がほぼ検出されていることが認めら

れた。特に 5～10 個程の鉢が密集した占有面積が 1m^2 程度の非常に小規模な植生が検出されている。図に示されるような、Point13 や Point14 のような場合であると判読では抽出が困難であるが、NDVI を用いることによって非常に小規模な分布状況が検出できた。

以上の検討から、 1m^2 以上の占有面積の植生についての植生項目種別に領域表示された詳細な植生分布図が作成できる可能性を検証することが出来た。

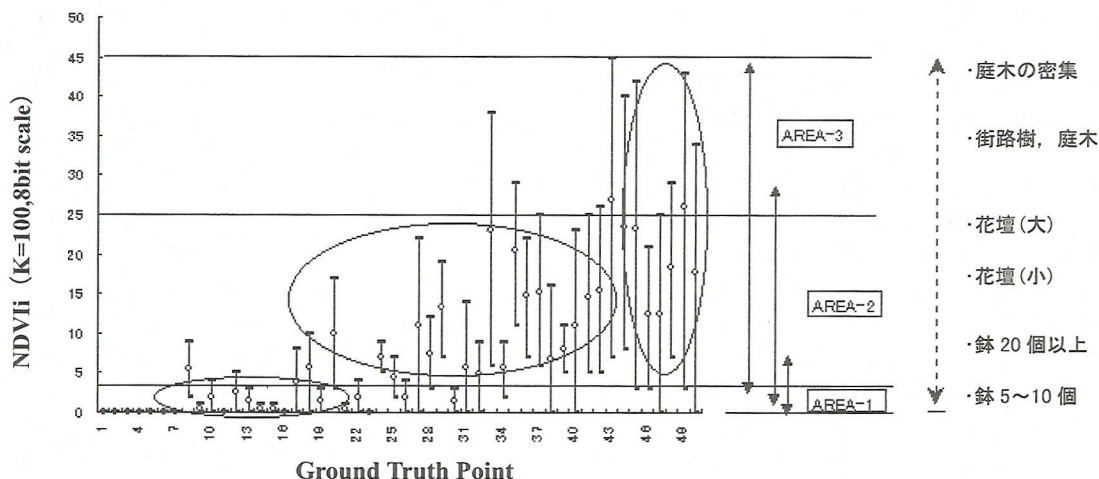


図-12 NDVIi (K=100) 値と植生分布状況との関係の考察

8. まとめ

今回の検討によって、IKONOS 画像での都市域植生環境の抽出可能性が検証できた。

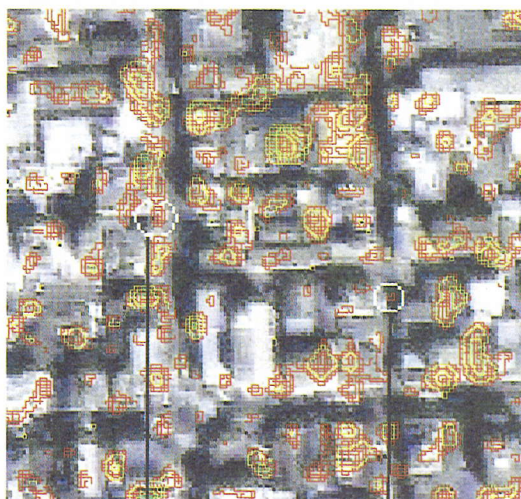
画像判読の検討では、テストエリア内に多数分布する非常に小規模な鉢植えについて約 10~20 個以上が密集し占有面積が約 2m²以上の広さの場合で画像判読による確認が可能であることが解った。また小規模な花壇についても、現地スケールで約 2m²以上の占有面積の場合で判読による抽出が可能であることが解った。

NDVIi 値の検討では、提案式中のスケールパラメータ K が 100 の場合、画像判読では抽出できなかった 5~10 個で占有面積が 1m²程度の鉢の密集した状態が一つの植生の集合として抽出可能であることが検証出来た。

画像判読および画像処理上の今後の課題としては、判読および抽出効果をより上げるような画像の高分解能化手法を検討し、判読率の向上を検討する予定である。また、NDVIi 値におけるスケールパラメータの大小による非植生領域の誤抽出率についての検討や、センサー観測角や太陽入射角の影響、および影部分での極低輝度領域の明確な解釈など、植生分布の抽出に対する誤差要因についてさらに検討を加えたい。特に、影の影響については、調査地の用途地域によって建物の高さの特徴が異なることから、今後重点的に検討を要する事項であると考えられる。

また、今回は画像から植生を判読するにあたって、その色と形から判読を行った。今回の植生の項目設定レベルであれば、観測者による誤差は比較的低いものと考えられる。しかしながら、従来の航空写真判読による地図作成では判読基準が詳細に整理され

— : NDVIi(K=10)
— : NDVIi(K=100)



point 13



point 14

図-13 スケールパラメータの違いによる小規模な植生の検出状況

ており、今後、高分解能衛星画像データにおいても、判読基準は必要になると考えられる。特に、樹種等のより詳細な情報を判断する場合では判読の基準となる分析を行なう必要があると考えられる。

今回の検討から従来の衛星観測では得られなかった小規模植生の分布状況が把握できる可能性を検証することができた。このことから、生活に密着した小規模なスケールの植生環境を衛星画像から広域に評価することができると考えられる。

今回の研究では、「緑」がどの程度住居環境の中に存在し、それをどの程度把握できるかを主題に検討を加えた。今後は IKONOS 画像による 3 次元データの取得を検討し、建物の高さ方向の情報と植生環境の情報を組み合わせた GIS や、画像処理手法をより改善することによって樹種などの詳細な情報を判別できる可能性があると考えられる。また、樹種判別や他の土地被覆の分類に対しては、今後観測が開始されると考えられる高分解能なハイパースペクトルデータなどを加えて利用することにより、より充実した結果が得られるものと考えられる。

以上の技術的な今後の展望を基に、より多角的な分析を行ない地域別の植生被覆率や分布状況等の比較検討から都市域の自然環境について評価を加える予定である。

参考文献

- 1) 伊藤滋, 平本一雄編: 環境共生の都市づくり, ぎょうせい, 2000.
- 2) 盛田通, 藤田杜: 環境と共存し持続可能な復興まちづくりシステムのあり方—サステイナブル・リビルディングの提案を受けて—, 土木学会論文集, No. 587/VII-6, pp. 1-14, 1998.
- 3) 萩原良巳, 萩原清子, 高橋邦夫: 都市環境と水辺計画, 勁草書房, 1998.
- 4) 丸田頼一, 都市緑化計画論, 丸善出版, 1994.
- 5) 二宮泰, 田中總太郎: 比較考察「東京の緑文化圏」, コズモ 83 サイエンスマガジン, pp. 8-17, 1983.
- 6) 田中總太郎, 杉村俊郎, 林彩, 朝倉佐和子, 亀田和昭, 羽柴秀樹: IKONOS データによる東京の緑の計測について, RESTEC, Vol. 45, pp. 10-16, 2000.
- 7) 妹尾俊夫, 森林植生のモニタリングによる環境評価, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 10, No. 3, pp. 119-130, 1990.
- 8) Kawamura, M., Jayamanna, S. and Tsuji, Y.: Quantitative evaluation of urbanization in developing countries using satellite data, *Journal of Environmental Systems and Engineering, JSCE*, No.580/VII-5, pp.45-54, 1997.
- 9) Kawamura, M., Jayamanna, S., Tsuji, Y. and Sugiyama, A.: Comparison of urbanization of four Asian cities using satellite data, *Journal of Environmental Systems and Engineering, JSCE*, No.608/VII-9, pp.97-105, 1998.
- 10) 亀山哲, 小高信彦, 金子正美, 小野理: GIS・リモートセンシングを用いた生態系保全のための都市域孤立林の評価・解析, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 18, No. 1, pp. 65-69, 1998.
- 11) Hashiba, H., Kameda, K., Sugimura, T. and Takasaki, K.: Analysis of landuse change in periphery of Tokyo during last twenty years using the same seasonal Landsat data, *Advances in Space Research*, Vol.22, No.5, pp. 681-684, 1998.
- 12) 環境庁自然保護局編: 日本の植生—第 4 回自然環境保全基礎調査 植生調査報告書(全国版), 1996 年.
- 13) 環境庁自然保護局編: 緑の国勢調査—自然環境保護基礎調査の概要, 1993 年.
- 14) 竹内章司: 衛星画像の植生指標による画素内緑被率の推定, 写真測量とリモートセンシング, 26(4), pp. 7-11, 1987.
- 15) 野口俊郎, 菊池岳夫: ランドサットデータにより求めた植被率による土地利用分類の研究, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 12, No. 4, pp. 47-57, 1992.
- 16) 尹敦奎, 梅干野晃: 都市域における画素内緑被率推定のための指標, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 18, No. 3, pp. 4-16, 1998.
- 17) 児島利治, 宝馨: リモートセンシング画像の空間分解能と土地被覆分類精度の関係, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 16, No. 5, pp. 23-37, 1996.
- 18) 松木修, 亀田和昭, 上杉滋, 羽柴秀樹: ランドサット MSS と TM データの両方を利用した土地利用分類の研究, 土木学会年次学術講演会第 IV 部門概要集, pp. 352-353, 1998.
- 19) 梅干野晃, 小松義典: リモートセンシングデータの空間分解能と住居地の土地被覆分類結果との関係, 日本建築学会計画系論文報告集 394 号, 1988.
- 20) 梅干野晃, 水田敏也: 航空機 MSS データによる都市の緑被分布の抽出その 3(マルチテンポラリデータによる緑の実態把握), 日本リモートセンシング学会第 13 回学術講演会論文集, p. 141-144, 1992.
- 21) 田中總太郎, 杉村俊郎: 高分解能衛星リモートセンシング時代の幕開け—1999 年 9 月 24 日, イコノスの打ち上げ成功—, RESTEC, Vol. 44, pp. 2-20, 2000.
- 22) Huete, A. R.: Soil adjusted vegetation index (SAVI), *Remote sensing of Environment*, Vol.25, pp.295-309, 1988.

- 23) Qi, j., Chehbouni, A., Huete, A. R., Kerr, Y. H. and Sorooshian, S. : A modified soil adjusted vegetation index, *Remote sensing of Environment*, Vol.48, pp.119-126, 1994.

(2000. 6. 22 受付)

EXTRACTION OF DISTRIBUTION FOR SMALL-SCALE VEGETATION IN URBAN AREA USING HIGH-RESOLUTION SATELLITE DATA

Hideki HASHIBA, Kazuaki KAMEDA, Sotaro TANAKA and Toshiro SUGIMURA

A possibility of extraction of the distribution of small-scale vegetation in urban area was examined using the high-resolution satellite image data by IKONOS. Detailed ground investigation was done about small vegetation at Tokyo down town. Individual blocks of vegetation were evaluated with those on the satellite imagery respectively. A size of vegetation block about 2 square meters or bigger can be detected on the imagery. Normalized Vegetation Index for IKONOS data (NDVIi) used here gives a possibility of better vegetation extraction. It may enable to detect smaller target of vegetation about one meter square resolution.