

大都市臨海部における緑被環境に関する研究 - 高分解能 IKONOS 衛星画像による分析 - (その1)

日大生産工(院) 鈴木雄三

日大生産工 宮崎隆昌

日大生産工(院) 高岡由紀子

日大生産工(院) 阿部隼

日大生産工(PD) 中澤公伯

1. 序論

1-1 背景

我国の大都市圏において、生活環境に豊かさや潤いを付加する存在の一つが『緑』^{注1)}である。都市における『緑』は、癒し・安らぎの空間、防災、環境学習、生物の生息地などとしての役割を果たしており、その積極的な評価や誘導指標を探索することは喫緊な課題である。

近年、東京湾臨海部においては、工業的土地利用から商業地域・住居地域への転用が進み、ウォーターフロント整備が進み都市機能が拡大している。『緑』に関しても、臨海部では主に工業地帯との緩衝帯として整備されたという従来の経緯があるため、工業的利用から商業地域・住居地域への転用に対応した機能改善が必要である。しかし、埋立地や旧海岸線付近では人工的に植栽され、生息期間も短く、内陸部の『緑』とは異なった構成をしているため、『緑』の現状と特性の把握は急務であると言える。

一般に植生図等の『緑』に関する基礎資料は、航空写真からの解析と行政機関等による現地調査により作成が行なわれているが、近年、人工衛星画像によるリモートセンシング解析を利用した調査・評価手法が開発されデータ化されている。近年、高分解能人工衛星画像が入手可能となり、その利用価値と精度が向上し、都市環境評価に適用できる実用レベルでの分析ができるようになった。

1-2 研究の目的

大都市臨海部における緑被^{注2)}の有無、分布状況、形態を調査・分析し、地理的条件との関係を明らかにし、緑被環境の評価手法を検討することを目的とする。地域における自然的環境のネットワーク形成や建築物の外構計画など、周辺を巻き込んだ広範な連担性や持続可能性を考慮するための基礎資料としてまとめる。

1-3 研究の位置づけ

高岡ら¹⁾は、東京湾沿岸域全体を土地利用上の観点から分析し、マクロ的な視点から緑地の配置状況を明らかにし、飯田ら²⁾は、臨海部の公園・緑地の規模や形状と来訪者の行動の関係性について考察している。しかしながら、実際の都市においては緑地以外にも『緑』は存在し、『緑』を有

さない土地利用上の公園・緑地も存在しているため、別の評価指標での検証も必要であると考えられる。

そこで本研究では、高分解能衛星画像の利用により、ミクロ的な視線に立ち、都市や建築・人々の生活に影響を与える『緑』の実体を検証している。

高分解能衛星画像に関連するリモートセンシングの分野では、植生指標を用いた都市内緑被の抽出³⁾、低分解衛星画像による緑被率の算定⁴⁾などの事例があるが、いずれも緑被の分布状況把握や緑被形態を対象としたものではない。

2. 研究方法

2-1 対象領域

千葉県千葉市中央区・若葉区付近を研究対象地域とした。この地域は、比較的早くから埋立てが進み、かつ、海岸線から1-2kmの帯状中間領域を境界に、臨海部と内陸部で都市的環境特性に相違が見られる領域を含んでいる(宮崎・中澤(1999))。

2-2 研究のフロー

衛星画像を用いたリモートセンシング解析の技術を援用し、緑被を抽出、行政発行資料・埋立て変遷図等と国土地理院・数値地図を基に、パーソナルコンピューターによる地理情報システムアプリケーションを用いてGISデータベースを構築する。緑被、地形、土地利用データによるオーバーレイ分析を行ない、考察を行った(Fig.1)

2-3 データの作成

緑被データ

1pixel^{注3)}=4m×4m精度の高分解能IKONOS衛星画像^{注4)}

より、(1)を用いて正規化標準植生指標NDVI^{注5)}を算出し、植生を抽出した。

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

ただし、IR：近赤外バンド R：赤外バンド

NDVIの閾値を0.1、0.3、0.5の三段階に設定し、三つのレベルの緑被データを作成した(Fig.2)。

同時に、現地サンプリング調査を行ない、各レベルで

抽出された『緑』の現状把握を行なった。その結果、NDVI=0.1 では草地・針葉樹(低木)・芝草(夏緑型)、NDVI=0.3 では針葉樹(高木)、NDVI=0.5 では広葉樹・芝草(常緑型)を主に確認することができた。

地形データ

国土地理院発行の数値地図 2500(空間データ基盤)と千葉市作成「埋立て変遷図」より、旧海岸線を把握し、バッファ作成により旧海岸線からの距離を 100mごとに分類し地形データを作成した(Fig.3)。

土地利用データ

IKONOS 衛星画像の 4m×4m pixel に対応するため、千葉県から提供される「平成 13 年土地利用現況図」より、対象領域の土地利用現況のベクターデータを作成し、土地利用データとした(Fig.4)。

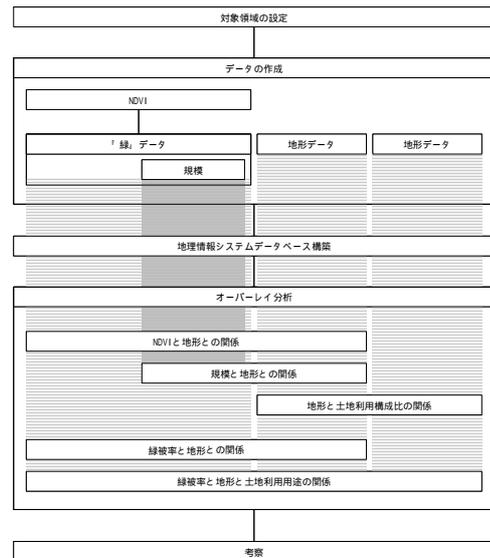


Fig.1 研究のフロー

3. 緑被環境

3-1 NDVI 値

IKONOS 衛星画像の演算結果より、対象領域の NDVI 値は約-1.00 から 0.98 であった。NDVI 0.1 を緑被とすると、対象領域内の NDVI 最大値は約 0.98、平均は約 0.24 となった。平均的にみると植生がそれほど強いものではないがある程度の緑被が対象領域内に存在していると考えられる。

3-2 緑比率

海を除いた対象領域全体の緑被率^{注6)}は、NDVI 0.1 で約 25.9%、NDVI 0.3 で約 7.2%、NDVI 0.5 で約 1.1%となった。千葉市によると対象領域の大部分を占める中央区の緑被率(緑化された土地や林野、農地の占有率)は 21.8%とされている。緑被の対象基準の違いにより緑被率にも大きな違いが出るため、対象基準の設定が重要であると言える。

3-3 規模別構成比

緑被の形態を表わす要素のとして、緑被の規模に着目する。隣接、又は一部接する pixel (Moore 近傍)を連続する一つの緑被の集まりであると考え、pixel 数を緑被の規模とした。pixel 数 1、2、3-4、5-10、11-50、51-100、101-500、501-1000、1001-5000、5001-10000、10001-50000 の十一段階に分類し、その構成比の把握を行なった。

その結果、すべての『緑』データとも規模が大きくなるにつれ、構成比は減少傾向であることが得られた。NDVI 値が大きいほど、少規模の『緑』が多く存在しているが、pixel=2 では NDVI 値に関わらず約 17%とほぼ同じ割合となっている。pixel=3-4 以上では、NDVI 値が小さいほど高い割合を示す結果となった (Fig.5)。植生の強い『緑』は、大きく連担してないことがわかる。

4. 緑被環境と地形

4-1 NDVI 値と地形との関係

0.1 以上で抽出した平均 NDVI 値は、旧海岸線からの距離

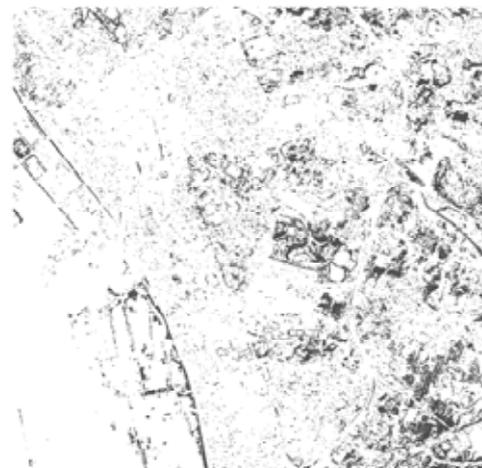


Fig.2 緑被データ (NDVI 0.3)

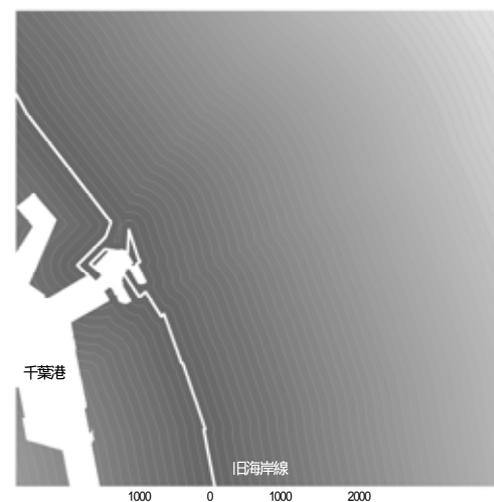


Fig.3 地形データ

が海側 1000-1500m 付近の地域で約 0.15 と低い傾向が見られる。また、内陸側では旧海岸線から 1000m 付近まで内陸側の他の地域に比べ NDVI 値平均が約 0.21 と低くなった。内陸側の地域は平均的に約 0.25 程度の値となった。旧海岸線からの距離が海側 1000m 付近以上の地域では、NDVI 値が 0.3 以上は少数、0.5 以上はまったく抽出できなかった。このように、NDVI 値からみると埋立地と後背地で植生の強さに差がみられる。

4-2 緑被率と地形との関係

旧海岸線から内陸側に行くにしたがって、緑被率は増加傾向が見られる。しかし、旧海岸線から内陸側 400-800m 付近において、緑被率が低い値となっている。一方、旧海岸線から海側に向かっては、0-100m、1900-2000m の範囲では、周辺地域より高い値を示している (Fig.3)。海岸線から海側・内陸側ともに 1000m 付近までの間の地域で、緑被環境に顕著な特徴があるということがわかる。

4-3 緑被率と規模と地形との関係

ここでは (4-2) において NDVI 0.3 のレベルからみた緑被率で特徴の見られた地域における緑被規模の構成を分析した。緑被率の減少傾向が見られる内陸側 500-600m、4100-4200m の地域では、pixel=50 以下の規模の『緑』が約 80% を占めている。それに対し、緑被率の増加傾向の見られる内陸側 3900-4000m、海側 0-100m、1900-2000m の地域では、pixel=51 以上の『緑』が約 70% 近くを占めていることがわかる。地域によっては、緑被規模の違いによって緑被率に大きく影響がみられる。

5. 緑被環境と土地利用

5-1 対象領域における土地利用構成比

埋立地では、工業用地が約 70%、運輸・流通施設用地が約 10%、道路用地が 6% といった土地利用構成比をなしている。内陸の後背地では、住宅用地が約 32%、道路用地が約 19%、8% が商業用地、山林、文教・厚生用地、オープン施設用地がそれぞれ約 6% といった土地利用構成比となった (Fig.6)。埋立地と後背地で土地利用用途に違いがみられる一般的な大都市沿岸域である。

5-2 土地利用用途別緑被率と地形との関係

埋立地での土地利用用途別緑被率の平均と、後背地での土地利用用途別緑被率の平均を Fig.7 に示す。

工業用地では、NDVI 0.5、0.3 の植生の強いレベルから見ると埋立地の緑被率がそれぞれ約 1.5%、3.4% と後背地に比べ高い。一方で、NDVI 0.1 のレベルから見ると後背地の緑被率が約 12.6% と埋立地よりも少し高くなっている。

商業用地では、NDVI 0.5、0.3 の植生の強いレベルから見ると埋立地の緑被率がそれぞれ約 0.2%、1.9% とわずかながら後背地よりも高い。一方、NDVI 0.1 のレベルから見



Fig.4 土地利用データ

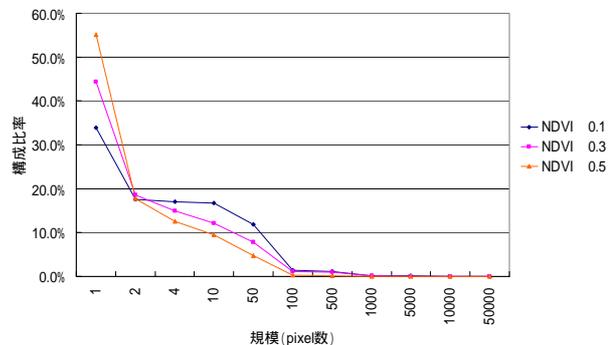


Fig.5 緑被の規模別構成比

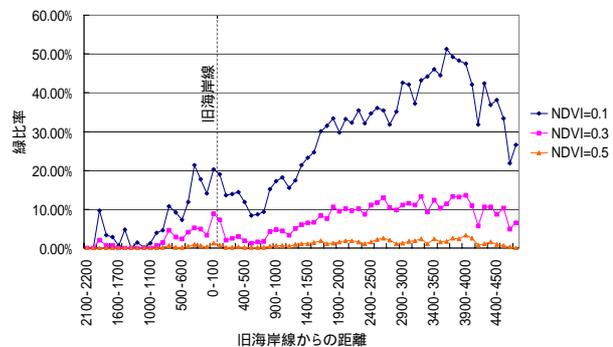


Fig.6 緑被率と地形との関係

ると後背地の緑被率が約 9.5% と高い値となっている。

住宅用地では、NDVI 値のレベル差に関わらず、後背地の緑被率がそれぞれ約 0.5%、4.1%、21% と埋立地よりも高い値を示している。

その他の空地・未舗装地では、NDVI 0.5、0.3 の植生の強いレベルから見ると埋立地は緑被率が 0.0% である。NDVI 0.1 のレベルから見ると後背地の緑被率が約 32.1% と埋立地よりも高くなっている。

オープン施設用地では、NDVI 値のレベル差に関わらず、埋立地の緑被率がそれぞれ約 2.3%、29.3%、57.3% と後背地

よりも高い値となった。

同じ土地利用用途でも、植生の強さによっては緑被率が埋立地と後背地で差がみられる。

6. 総括

6-1 まとめ

本稿の分析結果から得た知見を以下にまとめる。

旧海岸線から海側、特に 900m 以上では、植生の弱い『緑』は確認できるが、植生の強い『緑』が存在していない。

旧海岸線から内陸部側 700m 付近から内陸部に向かうほど、植生の強さに関わらず、緑被率は増加する傾向がみられる。

pixel=51 以上の大規模な『緑』が多くの割合を占める地域では、緑被率が高い値を示す。

内陸部側に向かって増加傾向がみられる緑被率だが、旧海岸線から内陸部側に 400-800m 周辺では緑被率は低い。この地域は、既往研究論文¹⁾²⁾による中間領域と符合している。

埋立地では平均的にみると後背地よりも植生が弱く、旧海岸線からの距離により大きく異なっていることがわかる。これらは植物の生態プロセスや整備目的に影響を受けているのではないかと考えられる。

工業用地、商業用地では、植生の強い『緑』でみると後背地よりも埋立地に緑被率が高いことがわかる。後背地では植生の弱い『緑』までを含んでみた場合、大きな緑被面積があると言える。

6-2 課題と展開

リモートセンシング、GIS 等の解析技術を組み合わせることで、従来の観測・調査では困難と思われる膨大で詳細な緑被環境を容易に把握できたと考えられる。今後の課題として、植生指標としてより誤差の少ない演算式等を適用すること、緑被の形状など質を表わす要素を増やしての分析、緑被の分散度を明らかにすることなどが上げられる。

【注】

- 1) 本研究においては、緑葉を持つ植物を総称して『緑』と定義する。
- 2) 本稿で述べる緑被とは、緑葉を持つ植物に覆われた地上を意味し、NDVI によって抽出されたに覆われた分解要素と定義する。
- 3) ラスター形式のデータを構成する基本的空間単位は pixel の他に mesh、pixel などが上げられるが、本稿では衛星画像データを利用するため、画像構造の表記で多く用いられる pixel をラスターデータの基本単位として用いる。
- 4) Space Imaging 社(U.S. Space Imaging Co Ltd)の下、米国の軍事技術をベースに開発された高解像度の地球観測データで、最高 1 m 精度での地球表面の観測が可能である。
- 5) Normalized difference Vegetation Index の略称で、衛星画像の持つ波長領域を利用し、演算によって導き出される値で、理論的には-1~+1 までを示す。葉緑素指数と深い相関が認められており、植物が多いほど、また、被覆植生の活性度が高いほど、大きな値を取る。
- 6) 本稿で述べる緑被率とは、ある一定地域内における、土地面積全体に対する緑被面積の割合をいう。

【参考文献】

- 1) 高岡由紀子、他 2 名：東京湾沿岸域における緑地の配置特性について、技術報告集、第 18 号、pp.371-377、2003
- 2) 飯田和広、他 2 名：都市臨海地域に立地する公園・緑地の規模に関する研究 - 海辺における散策行動の領域について -、日本建築学会計画系論文集、第 504 号、227-282、1998
- 3) 小泉圭吾、高木直樹：リモートセンシング技術を用いた都市内緑被の把

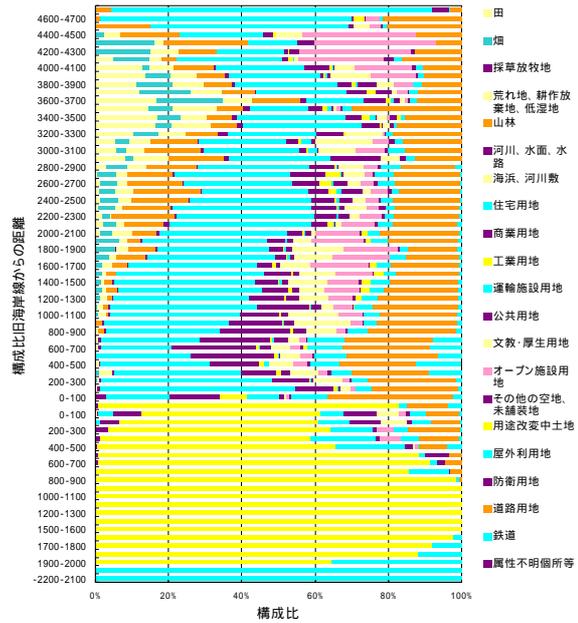


Fig.6 土地利用構成比

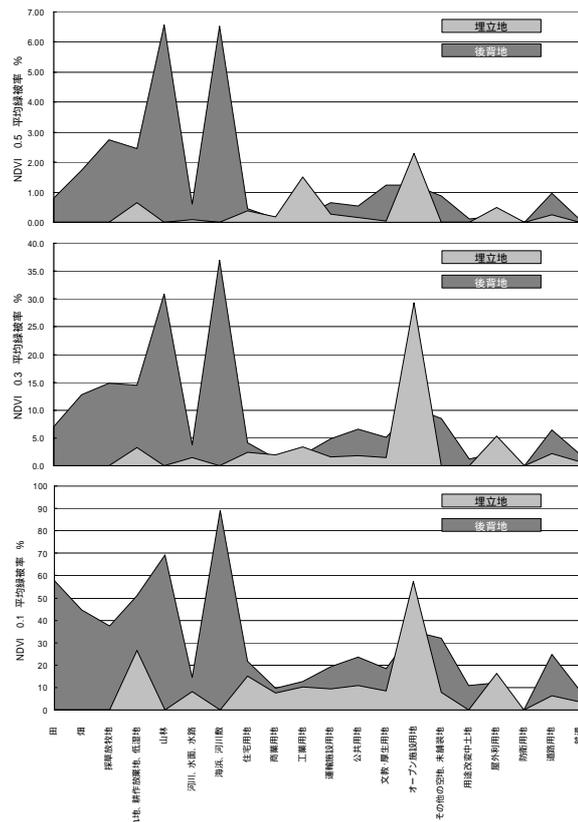


Fig.7 土地利用用途別平均緑被率

握 - 京都市の林地、農地の経年変化 -、日本建築学会計画系論文集、第 552 号、77-84、2002

- 4) 平野勇二郎、他 2 名：都市域を対象とした NDVI による実用的な緑被率推定、日本リモートセンシング学会誌、Vol.22、No.2、163-175、20002
- 5) 宮崎隆昌、中澤公伯：東京湾沿岸域における土地利用の総合的把握と分析システムの構築、技術報告集、第 9 号、pp.213-218、1999