

都市における緑環境の分析

前田憲治¹・吉川 眞²・田中一成³

¹学生会員 大阪工業大学大学院工学研究科都市デザイン工学専攻博士前期課程
(〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:maeda@civil.oit.ac.jp)

²正会員 工博 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
(〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:yoshikawa@civil.oit.ac.jp)

³正会員 博士(デザイン学) 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科
(〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1, E-mail:issey@civil.oit.ac.jp)

近年、環境の悪化や緑被地の減少、また歴史的・地域的特性をもつ景観資源の喪失などの都市問題が顕在化している。本研究では、環境の改善効果や都市の景観形成などといった多様な機能をもつ「緑」をテーマに、空間情報技術を統合的に用いて、都市内に存在する緑被地の現況把握のみならず、景観特性といった観点からも都市の緑環境を把握した。また、都市景観における緑環境の視覚的影響を把握するため、可視・不可視分析も行っている。

キーワード: 緑環境, 空間情報技術, 可視・不可視分析

1. はじめに

わが国では、戦後の高度成長のなかで急速な都市化が大都市圏で進み、ヒートアイランド現象などの環境悪化や緑被地の減少といった問題を引き起こしている。また、開発による歴史的・地域的特性といった長い年月のなかで形成されてきた地域特有の景観資源の喪失も起こっている。

このような状況のもと、国土交通省において2003年7月、「美しい国づくり政策大綱」が取りまとめられ、その具体的政策の1つである景観に関わる基本法の制定が、2004年12月に景観法として施行されている。景観法が制定された結果、法的拘束力のない自治体の景観条例ではなく、国の法律によって裏付けされた法的規制力にもとづく景観計画が可能となった。

さらに、厚生労働省の人口動態統計における年間推移は、1899年の統計開始以来、初の自然減になった。人口減少社会に突入したことにより、今後、都市部においても大量の土地が余ることが予想されている。急速な都市化の終息に伴って、環境保全や環境保護、美しい街並みや良好な景観に関する国民の関心も高まり、いわば価値観の転換期を迎えているといえる。

そこで本研究では、都市内に存在している自然的な要素のなかでも、環境の改善効果や都市景観の形成などといった多様な機能をもつ「緑」をテーマとして研究を進めていくことにする。

2. 目的と方法

本研究では、リモートセンシング (RS: Remote Sensing) や地理情報システム (GIS: Geographic Information System) といった空間情報技術を統合的に利用することにより、都市内に存在する緑被地の現況把握のみならず、景観特性といった観点からも、都市の緑環境を把握することを目的としている。

具体的には、対象地域における緑環境の現況に関して、RSデータ解析による広域的な緑被地の抽出を行うとともに、細密数値情報 (10 mメッシュ土地利用) から都市の土地利用要素という属性面を把握している。狭域的な分析では、RSデータ解析では抽出することのできなかった身近な緑環境である街路樹について、大阪市街路樹木台帳図を活用して樹木位置や樹種を把握している。さらに、樹木位置とその属性情報として与えられる日射透過率を活用し、街路樹密度やIDW (Inverse Distance Weighted) による空間補間を行うことで緑量も示している。また、景観特性を把握するため、航空機搭載型レーザ測量データ (LIDARデータ) を効率的に用いて数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) を構築することで詳細な可視・不可視分析を行っている。ここでは、樹高を考慮して樹木もモデル化されており、樹木モデル構築前後での可視領域を把握することで、都市景観における緑の視覚的影響を定量的に分析している。

3. 対象地域

本研究では、大阪市を対象地域としている（図-1）。大阪市は、上町台地を除きほぼ平坦な大阪平野部にあり、自然の緑に恵まれず、また市街地もあまりオープンスペースをとらないかたちで形成されてきた。そのため、存在する緑の保全というものよりも、常に新たに緑を生み出してきたという地域の特徴がある。都市公園法の定める標準より下回ってはいるが、昭和39年の「緑化100年宣言」以降、都市公園面積の着実な増加が見られている。しかも、都市計画区域内に占める公園面積率は高く、また市域内に占める公園樹・街路樹にも大幅な増加が見られる。このように大阪は都市公園の整備や緑化について積極的な取り組みを行ってきている都市であるといえる。



図-1 大阪市の位置図

4. 植生景観の変遷

植生景観は、人間活動の目まぐるしさに比べると、かなり安定的に見えるものではあるが、それは過去から現在に至るまでには、さまざまな要因により、大きく変化してきたものと考えられる¹⁾。

現在では、リモートセンシング技術を用いることで、容易にここ数十年の植生の変化を捉えることができる。しかし、それ以前の植生変化については不明な部分が多い。ここで、歴史時代の状況については、文献を通してわかることが多いが、植生に関する記述はふつう断片的にしかなく、その広がりや具体的なイメージは捉えにくい。本研究では江戸時代末期の安政年間（1854～1860）頃に大阪市中および近郊の代表的な名所100景を描いた錦絵「浪花百景²⁾」や初代長谷川貞信が幕末から明治初期の大阪を描いた同名のシリーズ作品「浪花百景³⁾」などの絵図や明治初期の仮製地形図（2万分の1）

を利用することで過去の植生景観の把握を行っている。

結果として、文献から江戸時代では市街地の中心に一大オープンスペースを設置する提案がなされたり、上町台地や淀川周辺（大川沿い）、天王寺・住吉、築山後の天保山周辺など、水や緑の豊かな地を市民は自ら憩いの場としていたとの記述があった⁴⁾。さらに上記の場所が描かれている絵図から、それらの地域が緑豊かな場所であったことも確認することができた。さらに、現代との比較から植生の変化が起こり、歴史的な植生景観が喪失し、実は新しい景観であった場所を抽出することができた（図-2, 3）。しかし、絵図をかつての植生景観研究の重要な資料として扱うには、その資料性を明らかにせねばならず、明確な分析までは繋げることができていない。



図-2 過去の広田社（浪花百景）



図-3 現在の広田社

5. 緑環境の現況把握

(1) RSデータ解析

対象地域における広域的な緑被地の把握には、年毎の Landsat TM/ETM+ といったRSデータからのバンド間演算により植物の活性度を示す正規化植生指標（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）を算出している。また、得られたNDVIから緑被地の抽出を行うとともに（図-4）、時系列分析を踏まえ、前処理として大気補正や幾何補正を行っている。まず、大気補正の必要性に関して、光学センサで観測された衛星データは大気効果を避けることはできず、詳細な解析を行うためには適切な処理が必要となる。大気効果は大気モデル、エアロゾルモデル、太陽 観測点 センサの相対的な位置関係、標高などで大きく変動する。そこで、衛星の可視・近赤外域の放射伝達過程を解析するプログラムとして開発され、太陽 地表 衛星間の光の放射伝達過程をトラッピング効果を考慮して詳細にモデル化されていること、また、標高についても考慮されていることなどをふまえ、6Sコードを用いた大気補正を行っている。さらに、幾何補正では1/2,500精度の大阪市DMデータを利用し、海岸線や埋立地の隅角部、河川などの地物を地上基準点（GCP：Ground Control Point）として精度の高い幾何補正を行った⁵⁾。

結果として、大阪市では緑被地の多くは大阪城公園や長居公園などの都市公園、また淀川河川敷に存在しており、また新臨海・在来臨海エリアなどでは公園・緑地の増加率が高いことが把握できた。しかし、緑被地がどのような緑環境であるかは判断できないため、細密数値情報を用いて土地利用の観点からの分析を行った。



図-4 緑被地（1985年，NDVI>0.2）

(2) 土地利用の変遷

まず、細密数値情報を用いて土地利用の観点からも大阪市内における緑環境の現況把握を行っている（図-5）。さらに、より詳細に緑環境の変化を捉えるために、分類項目の山林・荒地等、田、畑・その他の農地、公園・緑地等が年毎にどのような土地利用に変化しているのか分析を行った（図-6，7）。

結果として、山林・荒地等や田、畑・その他の農地といった土地利用は、全体に占める割合も少なく減少傾向が見られる。しかし、公園緑地に関しては全体の5%前後と少ないものの着実な増加が見られる。さらに、各年代の山林・荒地等や田、畑・その他の農地の増加・減少部分について、増加に関しては造成中地や空地、河川・湖沼等からの変化が多くみられる。特に緑の基本計画で定められている緑のベースエリアのなかでも新臨海エリアでは、公園緑地の大幅な増加が見られ、積極的な整備がうかがえる。一方、減少部分に関しては、空地や一般低層住宅地、商業・業務用地、その他の公共公益施設用地へと幅広い変化がみられた。

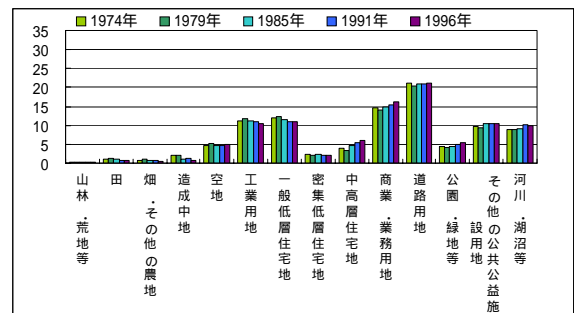


図-5 土地利用の推移（大阪市）

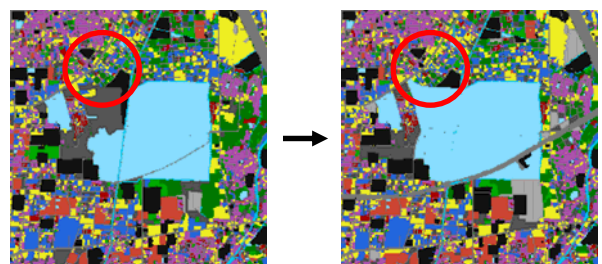


図-6 鶴見緑地の変化（85年から91年）

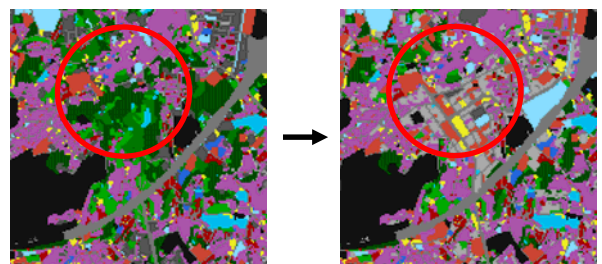


図-7 千里山松が丘付近の変化（85年から96年）

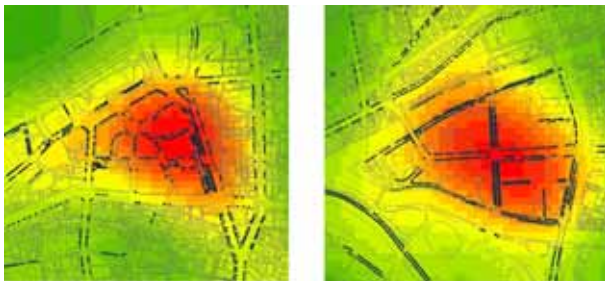
(3) 街路樹分析

街路樹に関する分析では、広域的な分析で抽出することのできなかつた身近な緑環境である街路樹の現況把握と街路空間における景観的な側面の評価を目的としている。具体的には、大阪市街路樹木台帳図を用いて街路樹位置をポイントデータとして定位し、大阪みどりのマップより路線ごとの樹種を把握、樹種ごとの日射透過率を属性情報として与えている(表-1)。このデータを活用し、密度やIDWによる空間補間により都市内における緑環境の特性を把握している。

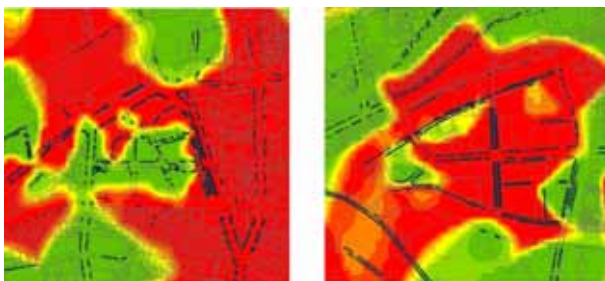
その結果として、北区梅田1丁目や中央区城見2丁目付近が街路樹密度の高い地域として抽出することができた。しかし、同じ密度の高い地域でも樹種によってその緑量は大きく違い、IDWによる空間補間から街路空間における緑環境の評価に繋げることができた(図-7)。

表-1 樹種別の日射透過率

樹種名	分類	日射透過率	平均値
アメリカンフウ	落葉広葉樹	0.14	0.11
ナンキンハゼ		0.12	
ブラタナス		0.04	
ケヤキ		0.24	
サクラ		0.09	
ポプラ		0.08	
イチヨウ		0.06	
クスノキ	常緑広葉樹	0.07	0.07
シラカシ		0.03	
タブノキ		0.10	



密度サーフェイス



IDW

図-7 街路樹に関する分析結果(左:梅田,右:城見)

6. 景観分析

緑環境の現況把握の結果をもとに、大阪市における特徴的な地域を抽出し、景観分析の最も基本となる可視・不可視分析より、街路樹が都市景観に与える視覚的影響の把握を行う。

(1) 都市モデルの構築

広域な範囲における都市モデルの構築に関しては、LIDARデータを活用することで、効率的にモデリングを行った⁶⁾。われわれの研究室では、すでに対象地域の建物モデルは、研究成果として構築されている⁷⁾。このため、本研究では地形や簡易的な樹木の表現を付加し、より詳細な都市モデルを構築している。まず、大阪市DMデータより各交差点にポリゴンを作成後、ポリゴン内に落ちるLIDARデータをゾーン別集計により高さデータの最頻値を抽出し、この最頻値をもとに不定形三角網(TIN:Triangulated Irregular Network)を構築した。さらに、河川や堤防などといった可視・不可視分析の結果に影響すると思われる地物についての作成も行っている。樹木モデルに関しては、街路樹分析で構築した位置に関するポイントデータを利用し、樹冠を考慮してバッファリング(1m)を行い、同様にゾーン別集計から高さデータの最高値を抽出し、その中での最頻値を与えている。さらに、構築した地形モデルや樹木モデル、また既往研究で作成されている建物モデルを用いて、対象地域におけるDSMをグリッドサイズ1mで構築した(図-8)。



図-8 数値表層モデル(DSM)

(2) 可視・不可視分析

都市景観における街路樹の視覚的影響を分析するにあたり、緑環境の現況把握で抽出した街路樹密度の高い地域や緑量が高い地域など、特徴的な地域を選定し、まず樹木を考慮しない簡易的な可視・不可視分析を行っている(図-9)。ここで抽出した可視領域について、樹木を近景から遠景とより広範囲に捉えることができ、緑が都市景観に与える視覚的影響を幅広く分析することができる地域を選定した。

そして、選定した地域において街路上からの可視・不可視分析を行った。対象となる街路の距離を考慮し、街路上に視点を10 m間隔で作成し、視点から360度を見た場合、樹木モデルを考慮する前後でどのように可視領域が変化するかを把握している(図-10, 11)。さらに、抽出した可視領域のデータを用いて、可視頻度が計算されている(図-12)。結果の図において赤色が濃くなるほど可視頻度値が高くなり、各視点からよく見えるということになる。

結果として、樹木モデル構築前後で大幅に可視領域が減少していることがわかる。表-2からもわかるように、どの視点においても樹木モデルを考慮したことにより可視領域が55%から多いところでは90%程度、減少している箇所もあった。また可視頻度を算出したことにより、対象とした街路空間において、街路樹によって挟まれた地域がもっとも可視頻度が高いという結果が得られた。さらに、ビルの壁面の可視頻度については、場所による差が激しく、これは手前にある樹木によって視線が遮られた結果であると考えられる。

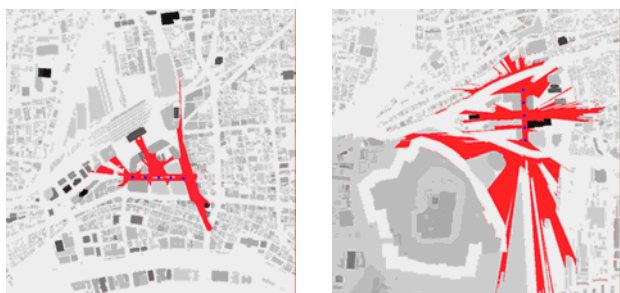


図-9 簡易的な可視・不可視分析の結果
(左：梅田，右：城見)

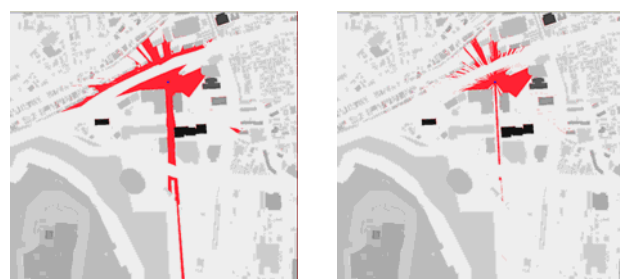


図-10 樹木モデル構築前後での可視領域の変化(視点1)

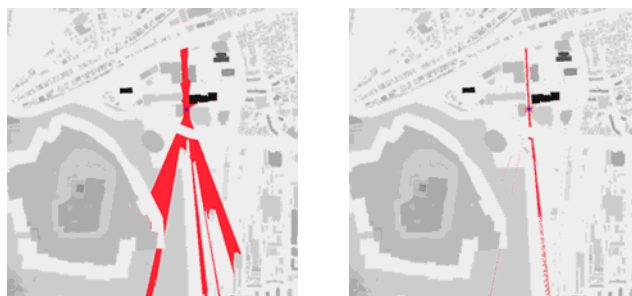


図-11 樹木モデル構築前後での可視領域の変化(視点30)



図-12 可視頻度の算出

表-2 各視点場からの可視領域

視点(ID)	樹木モデル構築前	樹木モデル構築後	減少率(%)
1	80,214	35,873	55
2	75,797	32,050	58
3	75,554	23,522	69
4	74,944	21,335	72
5	66,106	17,843	73
6	64,207	18,283	72
7	54,189	8,431	84
8	49,032	7,807	84
9	43,383	8,536	80
10	38,993	6,203	84
11	38,051	5,951	84
12	38,029	5,829	85
13	38,983	6,233	84
14	41,191	7,210	82
15	61,161	9,642	84
16	86,335	20,988	76
17	88,374	33,138	63
18	91,182	29,244	68
19	95,871	30,435	68
20	97,137	23,368	76
21	91,423	12,681	86
22	81,683	11,929	85
23	55,717	7,503	87
24	57,699	7,069	88
25	85,054	13,166	85
26	90,975	16,835	81
27	88,345	12,155	86
28	100,263	14,389	86
29	114,884	12,950	89
30	128,074	13,907	89
31	144,434	18,209	87
32	146,308	17,150	88
33	154,397	22,337	86
34	175,358	42,307	76
35	212,162	69,564	67

(グリッド数)

7. おわりに

(1) 結果と考察

GISを用いて広域と狭域、両面からのアプローチにより、都市内緑環境の分析を行った。大阪における植生景観の変遷に関しては、「浪花百景」などの絵図や仮製地形図などから、江戸時代末期の安政年間ごろや明治初期における植生景観を把握することができた。また、絵図から樹種の違いを読み解くことで、現代での景観と比較することにより植生景観の変遷過程の一部を示すことができた。しかし、絵図をかつての植生景観研究の重要な資料として扱うには、その資料性を明らかにしなければならない。

広域分析では、RSデータ解析を行うことにより緑被地の抽出や変遷を把握し、視覚的にわかりやすく示すことができた。また、都市の土地利用要素という属性面を把握するため、細密数値情報を用いた。これにより都市内に存在する緑環境がどのような属性であるかといったことや土地利用の変遷を把握することができた。さらに、RSデータ解析だけでは抽出することのできない街路樹の把握を行い、密度やIDWによる分析を行った。この結果から、より詳細に都市内緑環境の性質を把握することができ、街路樹密度の高い地域や緑量の高い地域の抽出を行うことにより、狭域分析の対象地域を選定することができた。

狭域分析では、大阪市中心部において、DSMをグリッドサイズ1mで構築し、樹木モデルを考慮する前後での可視領域を抽出した。さらに、抽出した可視領域のデータから可視頻度を算出することで、樹木が都市景観に与える視覚的影響を定量的に把握することができた。しかし、作成した樹木モデルは1つのグリッドが樹高の高さを持って立ち上がったものにすぎず、樹木の幹の部分しか表現されていないため、可視領域はさらに減少するものと考えられる。

(2) 今後の展開

絵図をかつての植生景観研究の重要な資料として扱っていくため、今後は対象とする絵図に関しては、GISを用いて明治時代に作成された仮製地形図を幾何補正し、地図記号から土地利用の状態を把握する。また、絵図について視点場や対象、副対象といった属性情報は構築できているため、現代の都市空間と比較することで景観の変遷を捉えていく。

IDWによる空間補間で用いた日射透過率は、落葉広葉樹と常緑広葉樹の2種類だけであった。今後の課題として、季節の違いや樹種ごとに緑量を示す指標の作成や街路樹は街路空間というネットワーク上に存在しているた

め、ネットワークを考慮した空間補間が必要であると考えられる。

さらに、可視・不可視分析を行うにあたっての樹木の表現は、簡易モデルであったため、都市景観に与える影響を詳細には把握できなかった。今後は、樹木や建物などを3次元の格子点上の小さな立方体(ボクセル)に分割し、それぞれの階層ごとに可視・不可視分析を行うことによる詳細な分析を目指している。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、大阪市ゆとりとみどり振興局より大阪市街路樹木台帳図のデータを提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小椋純一：人と景観の歴史，雄山閣，pp.3-4，1992
- 2) 大坂城天守閣（編）：浪花百景 - いま・むかし - ，大坂城天守閣特別事業委員会，1995
- 3) 大坂城天守閣（編）：初代長谷川貞信が描いた幕末・明治の大阪 - 「水の都」の原風景 - ，大坂城天守閣特別事業委員会，2003
- 4) 都市と公園ネットワーク（編）：大阪発・公園SOS，都市文化社，1994
- 5) 森田知行・吉川眞：空間統計分析による都市内緑被地構造の把握，「日本写真測量学会平成14年度秋季学術講演会発表論文集」，pp.295-298，2002
- 6) Yamano, T.,Yoshikawa, S.: *Three-dimensional Urban Modeling for Cityscape Simulation*, in Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM2003),9B3.PDF (CD-ROM),2003
- 7) 田ノ畑聡史・吉川眞：都市の近代化による変遷景観，「地理情報システム学会講演論文集」，pp. 447-450，2003