

梶田晴彦（正員），厚井弘志（正員），藤田真一，笈西隆滋，今井周治
青井一郎，平沼完元，山形信雄，明石亮一（大阪府生活環境部）

1. はじめに

大阪府は全都道府県中1,864 km²と最小の面積にもかかわらず、現在すでに人口集中地区は43%にも達している。また、居住環境及び都市施設整備のために昭和65年までの間に約1,000 haの都市的土地需要が必要とされるなど、自然環境に対する影響は今後とも少なくないと考えられる。

大阪の自然環境は全国的に見て決して恵まれているとは言えないが、府民にとって身近にふれることのできるかけがえのない自然であるとともに、快適な生活環境を実現させる基礎的条件として、また、後代に引き継ぐ貴重な財産として、その保全に最善の力を注がなければならない。

大阪府では、昭和57年12月、21世紀を見通しつつ昭和65年度までの環境の保全と創造を進めてゆくための総合的基本的計画として、大阪府環境総合計画（STEP 21）を策定した。計画では、府域の自然環境の実態に即し、①府域の3分の1以上を森林等の緑被地として確保する、②市街地の緑被率を3倍（15%）に引き上げるという長期構想のもとに公園、緑地、道路などの公共施設及び府民参加による緑化を積極的に推進するなどの保全対策を講じることとしている。

こうした計画策定の過程でなされた議論を踏まえ、都市における緑環境保全の視点、リモートセンシングデータによる緑量評価システム及び緑の効用の計量について述べてみたい。

2. 自然環境評価の構造について

都市とその周辺における自然環境は、環境汚染の浄化機能、水源かん養機能、景観的機能、レクリエーション的機能等多くの機能を有しており、都市住民に多面的な効用をもたらしている。

しかし、こうした効用の評価は個々人において異なり一般的な評価軸がないのが現状である。

そこで試みに、大阪府域の自然環境に対する評価について、ISM（Interpretive Structural Modeling）を用いて構造化し、評価要素の抽出と位置づけを行った。

表1は自然環境評価に関する問題の構成要素の連関マトリックスであるが、これらの項目は大阪府の環境部局の担当者十数人が、「大阪府下の緑環境の評価」をテーマに討論を行ない、その結果得られた意見から重要と思われる19項目を選定したものである。

表1の丸印は、縦方向の要素が横方向の要素に従属していることを示している。

表1よりISMによって構造化を行なったものが図1である。図中の破線はISMによる構造化から除外された要因間の関係を連関マトリックスから補足したものである。

図1の、大阪における自然環境の評価構造から次のようなことが言える。

「人は自然の中で生きており、自然の与えてくれるやすらぎなしでは人間らしさを維持できない。

一方、都市化の高度に進んでいる大阪府においては、自然環境は災害や熱汚染を防止する上でも大きな効用がある。

自然環境は人間の価値観のみによって画一的に管理されるべきものではなく、多様性を維持させておく必要がある。それは特定の種の動植物だけを保護するのではなく、生態系として、手つかずの自然も含め、季節感のあるまとまりのある自然を保全する必要があることを意味する。

このような自然環境を保全する具体的な方策として、大阪府に数多く点在しているため池、あるいは河川などの水辺空間を確保し活用することが考えられる。

さらに身近に残された自然、大きな木のシンボル性などを大切に、積極的に都市内に緑を創出するよう努めることが重要であり、特にプライベートな緑を確保し活用していくことは実現性の高い方策として大きな意義をもつものである。」

以上の記述の中に都市における「緑」の評価に関する視点はほぼ出ているのではないと思う。今後さらに都市における「緑」の効用を具体的に表現し、施策に結びつけていく努力が必要であると考えている。

表1 大阪における自然環境評価の連関マトリクス

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 野生動物を保護する																			
2 都市内に緑地を確保する																			
3 オープンスペースを確保する																			
4 防災上の効用がある																			
5 水辺空間を確保する																			
6 緑地を確保する																			
7 プライベートな緑を確保する																			
8 熱汚染防止の効用がある																			
9 まとまった自然を残す																			
10 手つかずの自然を残す																			
11 歴史的意味を持つ自然を残す																			
12 大きな木には効用がある																			
13 生態系として守る																			
14 人工的自然を創出する																			
15 人は自然の中で生きている																			
16 自然の多様性を維持する																			
17 身近な自然を大切に																			
18 自然に対してやすらぎを求める																			
19 季節感のある自然が重要である																			

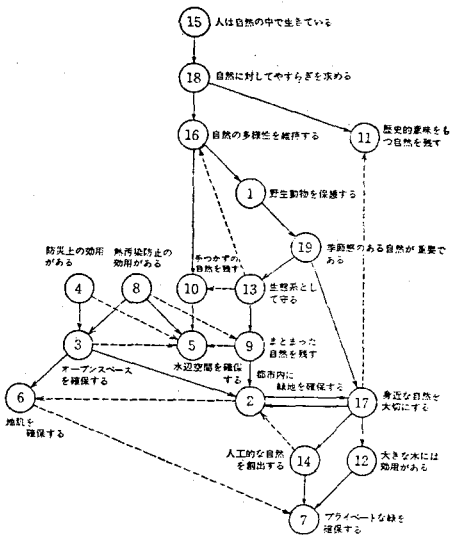


図1 大阪における自然環境評価の構造

3. リモートセンシングによる緑量の推定

都市域において緑量を把握するための一般的手法は、航空機による写真撮影結果から読み取る方法である。

このような方法は、地域の緑量を正確に把握できるが、経費と読み取りに要する労力が問題となる。また、即時性に欠けるため地域環境の監視という立場からは不向きであると言わざるを得ない。

そこで、筆者らは緑量を広域的かつ即時的に把握するため、ランドサットMSSデータから段階式重回帰を用いてメッシュベース（500m）の緑量を推定する手法を開発したので、そのアルゴリズムと結果の一例を紹介する。

3.1 緑被率とグランドツルース

「緑被率」については現在までの所様々な定義がなされているが、本論においては樹木等が持つクロロフィル含量を指標とし、樹木で覆われた地表面（樹林地、果樹園、公園の樹林、街路樹、庭木、生垣）はもちろん生産緑地（水田、畑地）や芝地、草地等を総て含めた、いわゆる広義緑被率とした。

グラントツルスについては、MSSデータと同一日（1981年9月16日）に得られた航空写真を土地利用状況に応じてメッシュ毎に区分したものを利用した。地域的に偏らぬよう、都市の中心部、郊外部、山間部等5ブロックから、それぞれ10メッシュずつ計50メッシュを選定した。

3.2 クロロフィルの分光反射特性

MSSデータの解析時に用いられる手法は、土地利用の区分別分光反射特性をブラックボックスとして主に統計的に処理されるのが一般的である。そのため得られた結果の実利用に際しては多くの条件がつき汎用性に欠ける場合が多い。

本論においては、このような欠点を最小限にとどめるため、データの解析に先立ち、一枚の葉が含むクロロフィル分光反射特性から説明変数を抽出した。

葉の活性度を示すクロロフィル含量と分光反射特性については、^{脚注)}青木らによって詳しく調査されている。それによるとクロロフィル含量の多少により反射特性も変わり、クロロフィル含量が少い葉ほど、葉の反射率は波長500-700nm域で高く、特に550-650nm域で著しく高くなる。

これに対し、クロロフィルの吸収帯でない880nmの近赤外域での反射率は、クロロフィル含量の差による変化が小さい。このような傾向から、2つの適当な光の波長の反射率比を取るとクロロフィル含量と反射率比は樹種に無関係に直線的な関係が得られることが分っている。

3.3 段階式重回帰による推定式の構築

メッシュ別緑被率の推定は、航空写真から事前に実測値の分っている地域について緑被率を目的変数とし、前節で得られた結果を参考に4つのバンド毎の電磁波強度をメッシュについて平均したものと及びそれらの逆数データ、更に各バイバンド比の20変数を説明変数として段階式重回帰を用いて推定式を構築した。なお、解析対象データは3.1で得られた結果の内、水面面積率が2.5%以上のものを除いた42個である。

表2はメッシュベースでの緑量及び20変数間の相関係数行列の一部であるが、総体的にバイバンド比と緑量の相関が高いことが分る。特にBAND5/BAND6と緑量との相関が0.96と最も高く、この一変数だけで緑量を十分説明していると考えられるため、第一段階で解析を打ち切った。

得られた結果は、単位メッシュ（500m平方）における緑被面積をMとおくと、

$$M=370225-399093 \times \text{BAND5} / \text{BAND6}$$

となる。上式をもとに実測値との対応をみた結果が図2である。市街化が進むにつれバイバンド比（BAND5/BAND6）が大きな値を示すことが分る。解析の流れ図を図3に、又府域全体の緑被率の推定結果を図4に示す。

緑被率が10%以下の地域は、大阪市を中心に、北は名神高速道路、東は大阪中央環状線、南は堺市の北部市街地によって区切られる。この地域の外縁部には緑被率10-20%の地域が星状に広がっている。緑量の分布と人口の分布とはマイナスの相関がみられる。また、人口は鉄道沿いに集中しているため、鉄道のパターンと緑量の分布にも共通点がみられる。

脚注) 青木正敏他：赤外カラー航空写真による植物活性の生態調査に関する基礎的研究 (1) 数種の樹木における葉の反射率比およびバイバンド比と光合成機能との関係、国立公害研究所報告 NO. 10, 1979

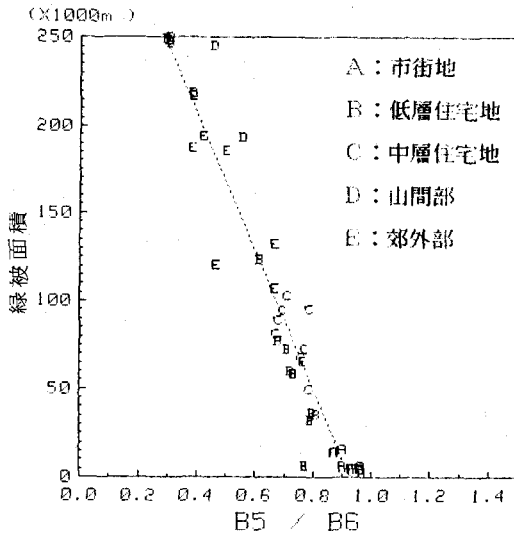


図2 バイバンド比と緑被面積の相関

表2 変数ごとの相関係数

バンド名または バイバンド名	4	5	6	7	7/5
相関係数	-0.88	-0.89	0.36	0.67	0.93
バンド名または バイバンド名	4/5	4/6	4/7	5/6	5/7
相関係数	0.80	-0.93	-0.90	-0.96	-0.94
バンド名または バイバンド名	6/7	7/6	7/4	6/5	6/4
相関係数	-0.91	0.94	0.93	0.92	0.92
バンド名または バイバンド名	5/4	1/4	1/5	1/6	1/7
相関係数	-0.83	0.83	0.80	-0.34	-0.66

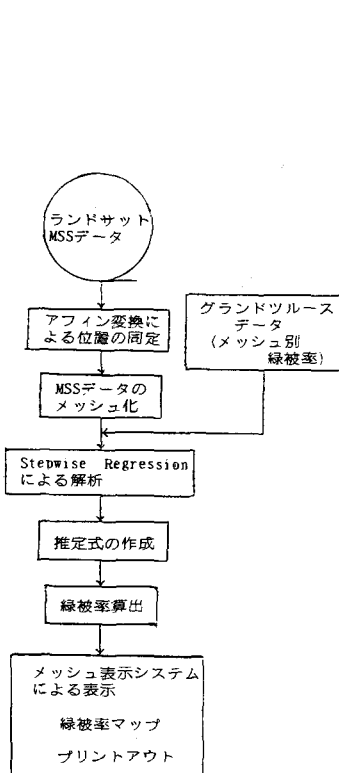


図3 ランドサットMSSデータ
による緑被率算定システム

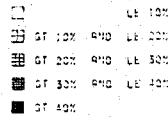
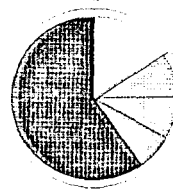


FIG.
GREEN LANDSCAPE 31/03/10

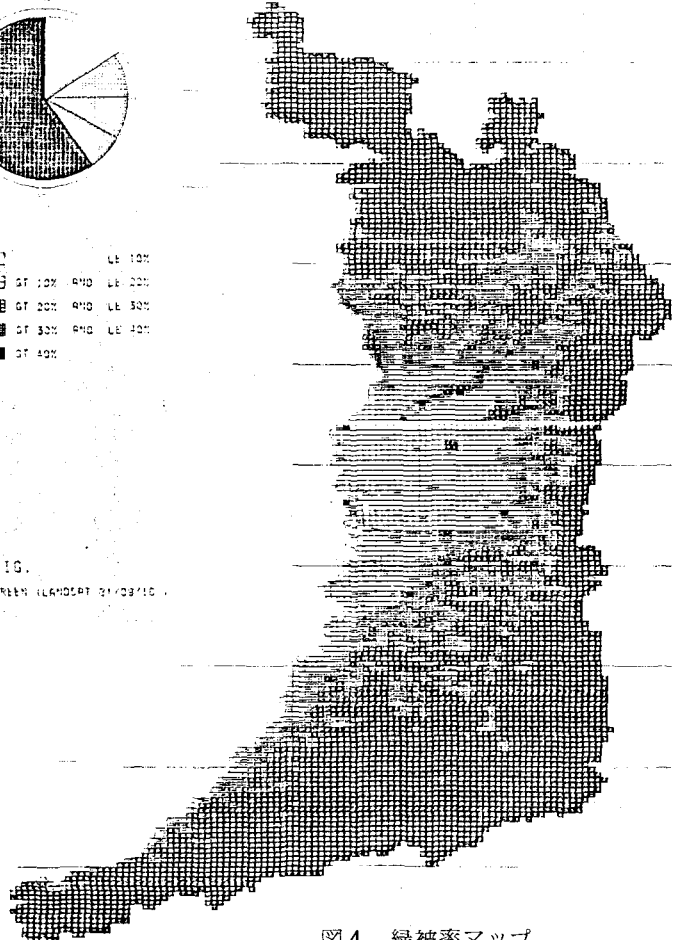


図4 緑被率マップ

4. 緑の効用の計量の試み

2章で述べたように緑の効用には生産緑地、貯水、気温調節、防風、防火等数多くの効用があるが、都市においては自然と親しむことで「やすらぎ」を得る効用、つまりレクリエーションの効用が特に重要である。これは人間の活動と密着したもののなので、やすらぎを得るための緑の効用を活動空間の大きさによって分類してみる。まず、最も身近な緑として、居ながらにして楽しめる緑がある。第二に徒歩圏の緑がある。第三に日帰り程度の小旅行で訪ねる緑がある。更に遠くの緑もあるがここでは対象としない。以上をまとめると表3のようになる。

緑被率は上空から鳥かんした地表の状態を表わす指標である。従って、地上に居る人間の視点からの評価ではないが、ある時点の緑量を地点毎に把握できるということから、分類1の評価指標として使えないこともない。しかし分類2及び3は人間の行動を伴うものであるため緑被率そのままではうまく表現できない。そこで筆者らは分類2、3に対応するために新たに2種類の指標について計量評価した。

第一の指標は分類2に対応したものである。ここでは徒歩圏を半径500mと仮定し、これに対応するメッシュデータとして、当該メッシュに隣接する8メッシュを含めた計9メッシュ中の緑被率の最大値をとってみた。図5によると淀川や大阪城公園の影響が顕著にみられる。

第二の指標は分類2及び3に対応したもので、交通特性を考慮し、鉄道駅間の所要時間データを利用した。駅から目的メッシュまでは1メッシュを7.5分で歩くと仮定して計算している。緑被率と所要時間とは次式で合成した。

$$GA_i = \sum_j G_j / T_{ij}$$

ここで T：鉄道駅 i から j メッシュまでの所要時間

G：j メッシュの緑被率

GAを緑のアクセシビリティと呼ぶことにする。所要時間の最大値を15分、30分、60分とした場合の緑のアクセシビリティはそれぞれ図6、図7、図8、のようになる。15分圏では大公園や緑地が近くにあると、緑のアクセシビリティは比較的高くなっている。中央部で高いのは南北軸上に位置する服部緑地、大阪城公園、長居公園等の緑地の影響があるためと考えられ、一方、外縁部で高いのは山林や農地の寄与の結果とみられる。このことは公園へのアクセシビリティと比較すると、より明瞭である。30分圏では取り込める緑の範囲が広がった結果、外縁部での緑のアクセシビリティが高まっている。60分圏では圧倒的に都心が高くなる。交通利便の高さが大きく影響したとみられる。日帰り行楽には都心で生活している方が便利であるということである。60分以上の場合は60分の場合と大差がなかった。いずれの場合も緑のアクセシビリティが低かったのは、守口、門真、寝屋川あたりまでの京阪沿線と、堺市の臨海部であった。前者は過去に爆発的な人口スプロールを起した地域であり、後者は臨海工業地帯に隣接する地域である。

表3 緑の効用の分類

分類	活動	圏域	緑の例
1	居ながらにして楽しむ	自宅や職場の周囲	庭、遠くの山
2	散歩がてらに訪ねる	徒歩圏	近隣公園、街路樹
3	日帰り旅行で訪ねる	交通機関利用 (日帰り交通圏)	大公園、遊園地

図 5

G-マツコ

%

■ 100-100

■ 82-100

■ 42-82

■ 17-42

■ 0-17

／ 0 マツコ

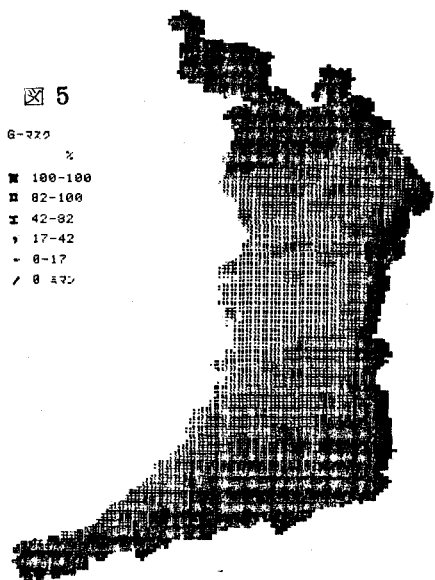


図 6

G-アクセシビリティ(15)

■ 17-22

■ 15-17

■ 15-15

■ 13-15

■ 6-13

／ 6 マツコ

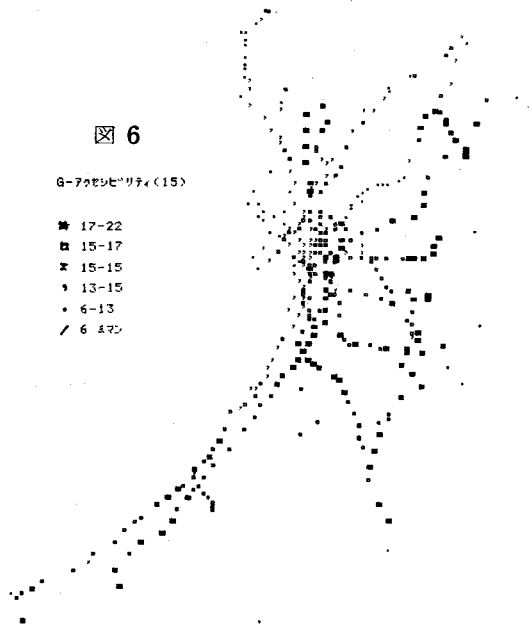


図 7

G-アクセシビリティ(30)

■ 33-48

■ 29-33

■ 23-29

■ 19-23

■ 6-19

／ 6 マツコ

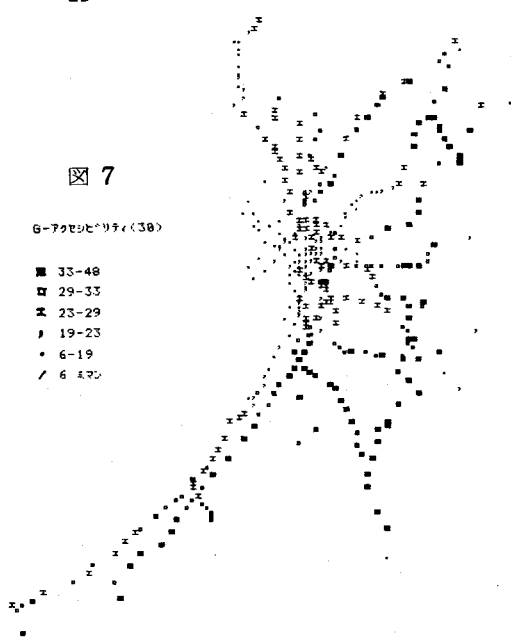


図 8

G-アクセシビリティ(60)

■ 122-184

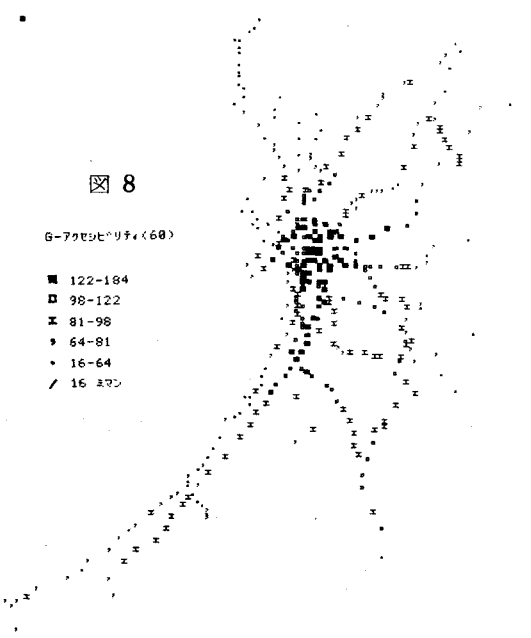
■ 98-122

■ 81-98

■ 64-81

■ 16-64

／ 16 マツコ



5. おわりに

本報告では、都市における緑環境保全の視点をISMを用いて構造化し、自然環境評価要素の抽出と位置づけを行った。次に、ランドサットMSSデータを用いて緑被率を求める手法を開発し現実データとの間に高い相関を得た。さらに、レクリエーションとしての緑の効用を人間の活動空間の大きさにより3つに分類しそれらに対応する指標として、1) 緑被率、2) 徒歩圏を考慮した緑被率、3) 緑のアクセシビリティを用いて評価を試みた。その結果、活動圏の大小に応じて、これらの指標を使い分けることの有効性を示した。ここで扱ったのは物理的な時間や空間であったが、現実には人々によって受けとめられる緑環境は主観的な要素が強く、単純に時間距離の大小のみで割り切れるものではない。それは人間の内面に存在する緑環境であり、この内面の緑環境を豊かにすることが本当の文化に継がれることも忘れてはならない視点であろう。