

## 1. まえがき

人々の環境意識の高まりとともに “農村緑住空間”、“多自然居住区域”、“エコシティ”、“エコポリス”、“エコトピア”、“エコタウン”といった環境共生型の快適な環境づくり（地域づくり、まちづくり、村づくり）の概念が、各省庁によって打ち出されている。快適な環境づくりにおいて、周知のごとく、景観は重要な位置を占めている。地域景観の美しさは、その地域で生活したり、その地域を訪れたりする人々の快適さの指標である。さらにそれに加えて、地域景観は、その地域の気候風土、文化的歴史的背景を反映しているものであるし、生物多様性や社会の持続可能性などの指標にもなり得る。即ち、地域景観を適切に評価することは、地域環境の適切な評価にもつながると思われる。したがって、地域景観を客観的に適切に評価することは重要である。

しかし逆に、地域景観を何らかの指標で表現しようとするときには、その地域景観の持つ情報量の大きさが困難さを産む。カラーデジタル写真により切り取られた地域景観でさえ、各ピクセルが2次元の位置情報と3次元の色彩情報を所有し、ピクセルごとに計5次元の情報を持つ。この5次元に分布した情報をいかなる測度で代表すべきかは、大きな問題である。

そんな中で、自然の形を特徴づけるのに適切な測度としては、フラクタル次元が有名であり、フラクタル解析を用いた景観評価や景観設計に関する研究がなされてきている<sup>1), 2), 3), 4), 5), 6)</sup>。しかし多くの研究では、写真を白黒に2値化し、先に述べた5次元の情報を位置情報のみの2次元情報に変換したり、写真をグレースケールに変換し、位置情報と濃淡情報の3次元情報に変換したり、位置情報と色度図上の距離の3次元情報に変換したりなど、さらに通常カラーデジタル写真画像よりも情報量が落とされたものを対象としている。この情報の次元を減少させる過程は、通常フラクタル解析を行うためには、どうしてもさけて通れないことである。しかし、この過程は情報量を減じ、景観の定量化の精度を甚だしく減少させることになる。

そこで我々は、景観の定量化の精度を向上させるために、何通りかの方法で、カラーデジタル写真の情報の次元を減少させることを考えた。異なる方法で次元が減少させられた写真ごとに、フラクタル解析を行い、複数のフラクタル測度を計算する。この複数のフラクタル測度で、総合的に景観を評価しようというのである。例えば、色のない3次元の形を持つ彫刻の評価を、写真を使って評価する場合を考える。写真に撮影することによって、3次元の彫刻の情報は2次元に落とされている。しかし、3次元の彫刻を、ある1つの方向から撮影した写真だけで判断するのは困難である。この事態を解決するためのベターな方法は、色々な方向から写真を撮り、それらの写真を総合して評価を下すことである。即ち、3次元の情報を2次元に落とすときに、幾通りかの方法を採用し、それを総合的に判断すると、適切な評価が行えると考えられる。我々が行おうとしているのは、これと同じである。

## 2. 方法

### 2-1 フラクタル解析

解析対象は、我々が撮影した写真95枚である。これらを、スキャナーによりRGBフルカラーで、320×320pixelsで取り込んだ。

そして、4種類の次元の落とし方を採用し、各次元が落ちた画像に対して最適なフラクタル解析手法を用いた。以下にフラクタル解析手法と、次元の落とし方を解説する。

#### (1) ボックス・カウンティング解析

海岸線をはじめ川の形、樹木の枝分かれなど、位置情報だけの2次元画像の解析に適している。そこで、各画像をグレースケールに変換後、エッジを抽出し、画像が2値化された後に、フラクタル性を計算した。この解析によって求めたフラクタル性は、主に形状のみのフラクタル性を反映していると考えられる。求めた測度は、ボックス・カウンティング法によるフラクタル次元  $D_b$  とフラクタリティ  $R_b$  である。

#### (2) パワースペクトル解析

空間的に分布している変量を波動として認識し、そのパワースペクトル図から、フラクタル性を求める。そこで、各画像の色を  $CIE_{xyz}$  色度座標上に配置し、その位置ベクトルの大きさを変量とした。即ち、空間的な位置情報の2次元と色度座標の位置ベクトルの大きさの1次元の全部で3次元を解析対象にしている。しかし、最終的にはx方向の周波数とy方向の周波数を合成した合成周波数を使用するので、2次元となる。パワースペクトル解析によるフラクタル次元  $D_p$ 、フラクタリティ  $R_p$  が求まる。

#### (3) スケール変換解析

空間的に分布している変量のスケールの変換に対する最大変動幅から、フラクタル性を求める。2次元の位置情報をスケールという1次元に、変量の最大変動幅に  $CIE_{xyz}$  色度座標上の赤、緑、青からの距離の変動の中の最大値を採用している。結局、2次元を解析対象にしていることになる。スケール変換解析によるフラクタル次元  $D_s$ 、フラクタリティ  $R_s$  が求まる。

#### (4) セミバリオグラム解析

空間相関関数であるセミバリオグラムを利用して、フラクタル性を求める。各画像は明らかに異方性があるので、x方向の空間相関関数とy方向の空間相関関数を別々に求めて、フラクタル性を計算した。空間に分布している変量としては、 $CIE_{xyz}$  色度座標上の位置ベクトルの大きさを採用した。結局x方向のフラクタル性とy方向のフラクタル性が求まることになるが、今回はその平均をセミバリオグラム解析によるフラクタル次元  $D_v$ 、フラクタリティ  $R_v$  とした。この場合も、位置情報としてx方向かy方向のどちらか一方だけで1次元、色に関しては、色度図上の位置ベクトルの1次元と、結局2次元を解析対象にしている。

### 2-2 アンケート調査

フラクタル解析との対応を検討するために、地域計画を専門とする大学生12名と教官1名にアンケートをとった。アンケートの方法は非常にシンプルで、95枚の写真を「良い」・「普通」・「悪い」の3種類に分けてもらうだけである。そして、「良い」と評価された写真に1点を、「普通」と評価された写真に2点を、「悪い」と評価された写真に3点を配点し、写真毎に平均点を算出した。

## 3.結果

### 3-1 アンケート結果

アンケートの結果、平均点で1~1.7を「良い」グループ、1.8~2.3を「普通」グループ、2.4~3を「悪い」グループと呼ぶことにした。95枚中、「良い」グループには29枚、「普通」グループには44枚、「悪い」グループには22枚の写真が存在することとなった。

### 3-2 フラクタル解析結果

#### (1) ボックス・カウンティング解析

ボックス・カウンティング解析で求めたフラクタル性とフラクタル次元の関係を、図1に示す。また図1には、アンケート結果による「良い」グループ、「悪い」グループ、「普通」グループの種別も示してある。「良い」グループは、全体の分布の真ん中辺りに、「悪い」グループは、右上と左に、「普通」グループは全体にまんべんなく分布しているのが分かる。そこで、「良い」グループの各測度の平均を中心とした半径  $1\sigma$

の楕円と「悪い」グループの右上に分布しているものの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円（悪い-1）、「悪い」グループの左に分布しているものの平均を中心とした  $1\sigma$  の楕円（悪い-2）も示す。確かに、このような分布が存在しているように見える。図2に各楕円に中心に近い写真の例を示す。

#### (2) パワースペクトル解析

パワースペクトル解析で求めたフラクタル性とフラクタル次元の関係を、図3に示す。「良い」グループが左上に、「普通」グループが真ん中辺りに、「悪い」グループが右下に分布しているのが分かる。そこで、「良い」グループの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円と、「悪い」グループの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円を示す。確かに、そのような分布をしているように見える。なお、ここでは示していないが、「普通」グループの楕円は、この2つの楕円の間にある。

#### (3) スケール変換解析

スケール変換解析で求めたフラクタル性とフラクタル次元の関係を、図4に示す。「良い」グループが真ん中に、「悪い」グループが上と下に、「普通」グループがまんべんなく分布している様子が分かる。そこで、「良い」グループの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円、「悪い」グループの下に分布しているものの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円（悪い-1）、「悪い」グループの下に分布しているものの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円（悪い-2）も示す。このような分布が存在しているようにも見える。

#### (4) セミバリオグラム解析

スケール変換解析で求めたフラクタル性とフラクタル次元の関係を、図5に示す。全てのグループが比較的まんべんなく分布しているようにも見える。しかし強いて言えば、「良い」グループが真ん中に、「悪い」グループが左と右に、「普通」グループが左上から右下にかけて分布している様子が分かる。「良い」グループの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円、「悪い」グループの左に分布しているものの平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円（悪い-1）、「悪い」グループの右に分布しているもののお平均を中心とした半径  $1\sigma$  の楕円（悪い-2）を示す。

### 4. 考察

今回、1枚の写真に対して4種類のフラクタル解析を行い、各解析毎に「良い」景観や「悪い」景観の傾向が見られることを示した。これは客観的な景観の評価が行える可能性を示したものであると思われる。けれども、これはあくまでも傾向を示しただけのものであり、1種類のフラクタル解析で、ある特定の写真が「良い」景観であるのか「悪い」景観であるのかを判断するのは困難である。そこで、今回は4種類のフラクタル解析を行ったわけであり、これらを総合すれば、1種類のフラクタル解析での判断よりも信頼性の高い判断が行えると思われる。しかし、今回この4種類を総合した解析結果は示していない。そこで、今後はこの4種類の総合化の方法の検討と、さらなる次元の減少のさせ方（例えば、位置情報を全く使わず、色の3次元だけを用いる）等も検討し、客観的に適切に景観を評価する方法の確立を目指すつもりである。

#### <参考文献>

- 1) 関克己, 佐々木春喜, 鈴木輝彦, 大野博之: 自然のフラクタル性を利用した景観設計の検討, 環境情報科学, Vol.24, No.2, pp.87-94, 1995
- 2) 関克己, 佐々木春喜, 鈴木輝彦, 大野博之: フラクタルを用いた河川景観の設計支援, 土木学会論文集, 第555号/IV-34, pp.51-60, 1997
- 3) 小川進, 清原徹也, 阿部忠行: 舗装を主体とする街路景観のフラクタル解析, 土木学会論文集, 第520号/V-28, pp.135-141, 1995.
- 4) 後藤恵之輔, 亀谷一郎: 空間周波数解析による人に心地よい公園景観の定量化の試み, 地盤工学における生態系を考慮した環境評価に関するフォーラム発表論文集, 地盤工学会, pp.39-42, 1999.
- 5) 小栗ひとみ: 1/f ゆらぎを導入した景観設計, 土木技術資料, Vol.40, No.2, pp.2-3, 1998.
- 6) 徐英大, 森本幸裕, 守村敦郎: フラクタルを用いた日本庭園のエキスパート CAD システムに関する研究, 第12回環境情報科学論文集, pp.137-142, 1998.

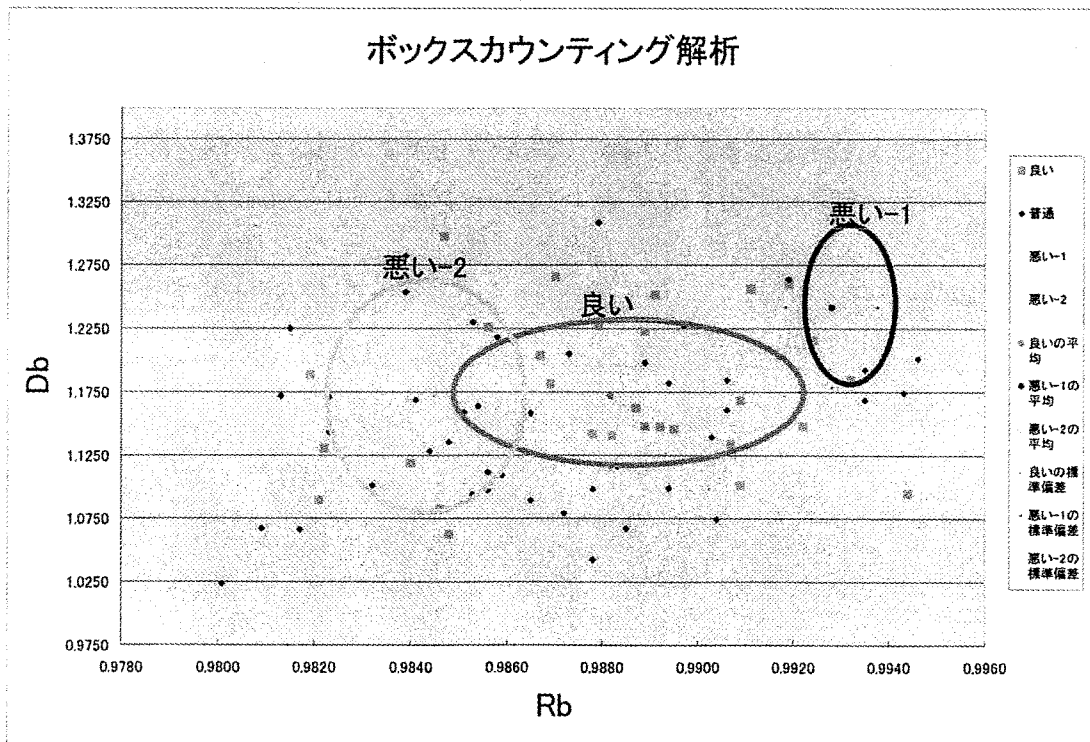


図1 ボックス・カウンティング法によるフラクタル性とアンケート結果

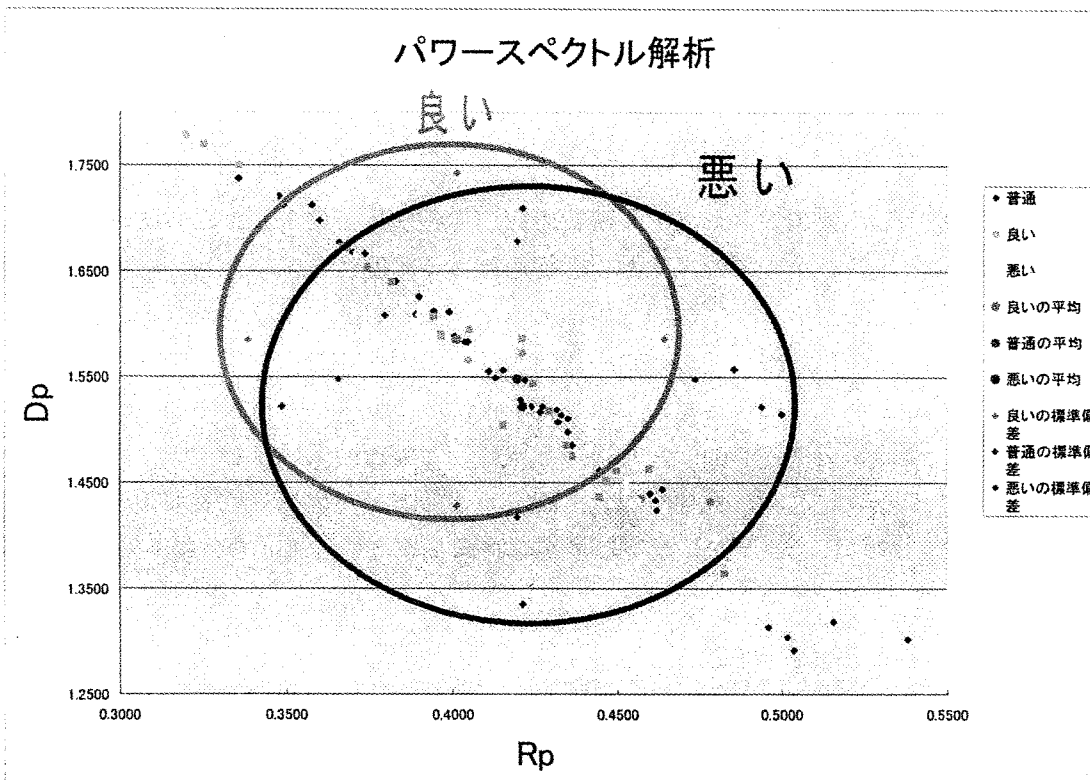
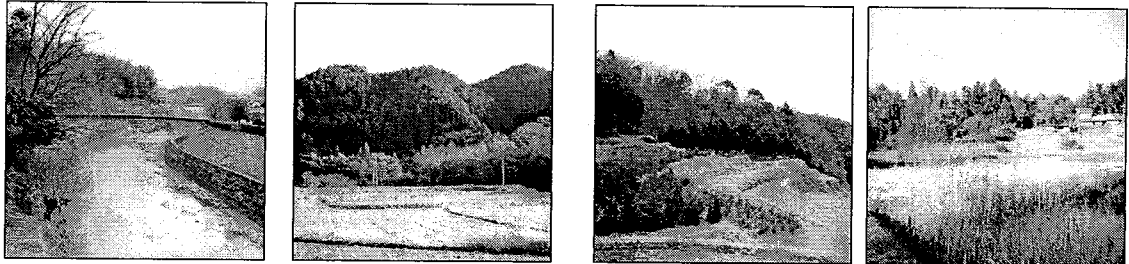


図3 パワースペクトル解析によるフラクタル性とアンケート結果

ボックスカウンティング解析によるフラクタル解析



No.12

No.25

No.78

No.54

図2 (a) 「良い」グループの中心に近い写真の例



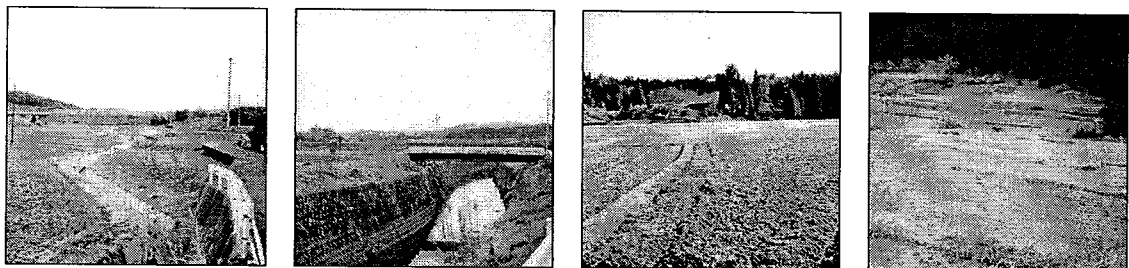
No.9

No.53

No.92

No.95

図2 (b) 「悪い-1」グループの中心に近い写真の例



No.5

No.7

No.46

No.70

図2 (c) 「悪い-2」グループの中心に近い写真の例

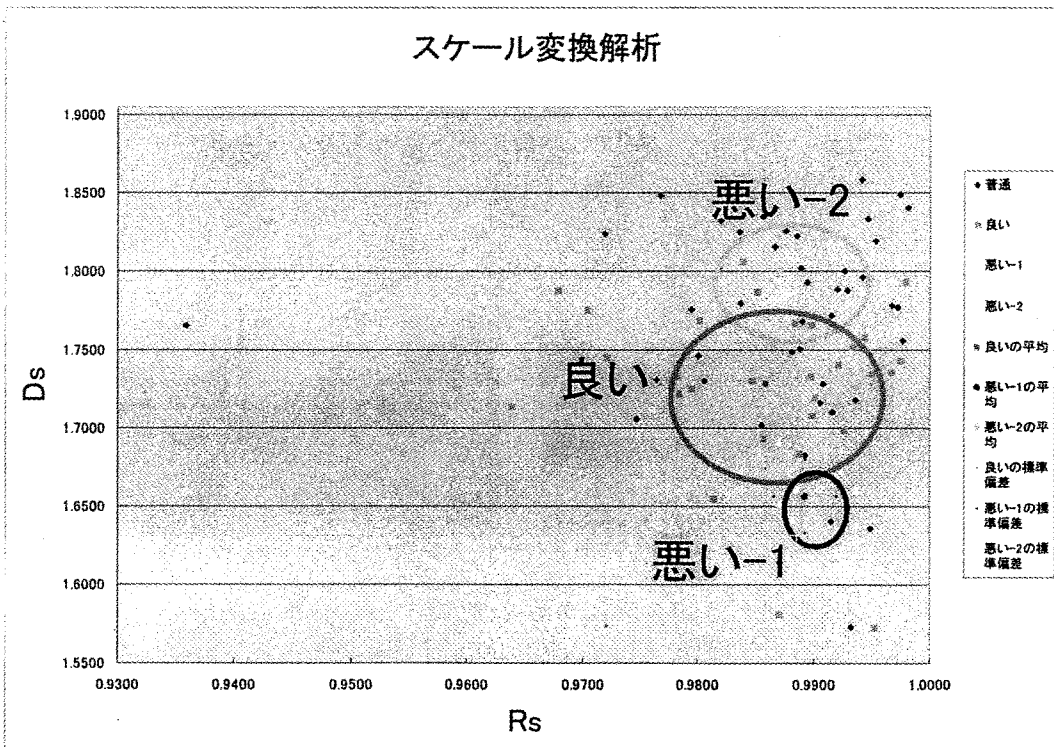


図4 スケール変換解析によるフラクタル性とアンケート結果

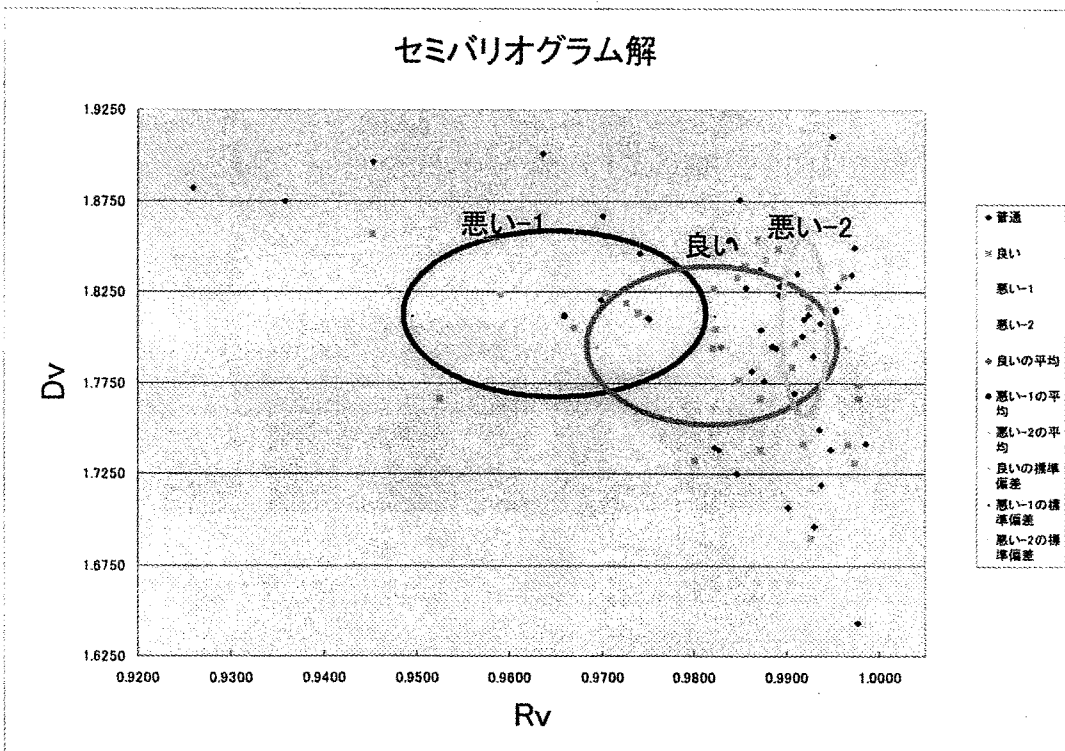


図5 セミバリオ解析によるフラクタル性とアンケート結果