

V-379

街路景観のフラクタル解析

東京都水道局水質センター 正会員 小川 進
 パシフィックコンサルタンツ 正会員 清原徹也
 東京都土木技術研究所 正会員 阿部忠行

1. はじめに

近年、街路景観を考慮したカラー舗装が増加し、その種類も数多く、華やかさを増している。しかしながら、その設計要項には景観の定量的評価についてはほとんど触れられていない。そこで、環境に調和した街路景観の設計のための定量的評価を、形態及び色に関してフラクタル理論により試みた。

2. フラクタル理論

フラクタルとは、非整数次元で特徴づけられる自己相似な図形を意味する。この概念は、ボックスカウンティング法による統計的自己相似及び非整数ブラウン関数による自己アフィンにまで拡張される。前者は、次式を満足し、フラクタル次元 D が算出される。

$$N \propto r^{-D} \quad (1)$$

ここで、 N ：被覆するボックスの数、 r ：被覆するボックスの辺の長さである。また、後者の非整数ブラウン関数 $B_H(x)$ は、ブラウン運動 $B(x)$ を非整数階微積分することで得られ、その階数からフラクタル次元が算定される。

$$B_H(x) = I^{H-1/2}(B(x)) \quad (2)$$

ここで、 x ：変数、 I ：積分演算子で、指数がその階数を表わす。 H ：ハースト数であり、フラクタル次元 D と次の関係がある。

$$H = 2 - D \quad (3)$$

ブラウン運動は、その1階微分が白色雑音であるから、結局、その分散から空間相関が次の関係を満たすことになる。

$$2\gamma(h) = E[z_{x+h} - z_x]^2 \propto h^{2H} \quad (4)$$

ここで、 $\gamma(h)$ ：セミバリオグラム、 h ：2点間の相対距離、 E ：分散の期待値、 z_x ：地点 x の物理量である。よってスペクトルのセミバリオグラムよりその勾配 $2H$ を求め、(3)式よりフラクタル次元が算定される。

ところで人間にとって景観の認識は、2種類の光受容細胞（桿体及び錐体細胞）による形態と色との識別でなされる。従来の景観工学では、もっぱら形態の定量的な解析に比重が置かれてきたが、実際には、人間は主に色のコントラストから形態を判別している。そこで本論では、街路景観を野外撮影した写真より、イメージリーダでRGB情報に変換し、これより形態及び色のコントラストをそれぞれボックスカウンティング法及びセミバリオグラムよりフラクタル次元を求めている。すなわち、形態はRGBの画素の密度にイキ値を設定して線を生成させて、ボックスカウンティングした。また、色はRGBの画素をCIEクロマシティ座標に変換し、色空間上の距離を与え、コントラストとし、画素の位置座標(2次元)の相対距離に対するコントラストの分散からセミバリオグラムを導出し、(4)式よりフラクタル次元を算定した。

さらに、CADにより都市景観に各種カラー舗装のはめ込みを実行し、それらの形態及び色のフラクタル次元と相関から環境との調和を定量化した。

3. 結果

フラクタル解析の対象は、①カラー舗装23種類、②街路景観22地点、③自然景観10地点、④街路景観シミ

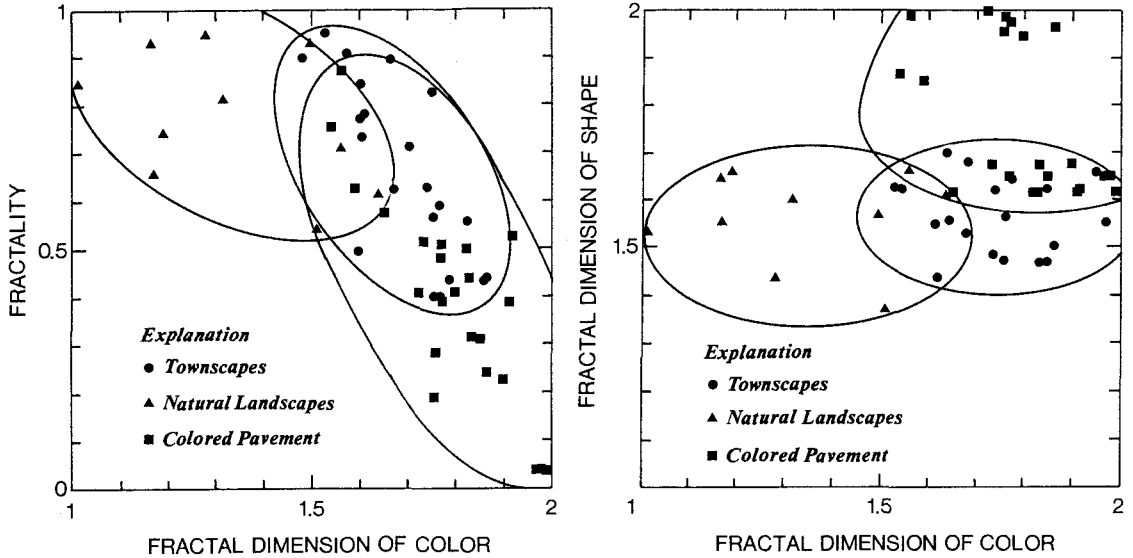


Fig.1. Fractal dimensions of color and fractality. Fig.2. Fractal dimensions of color and shape.

ュレーション7地点である。ボックスカウンティング法の $N-r$ 関係の相関係数及びセミバリオグラムの相関係数は、フラクタル性の尺度になりうるので、フラクタル度 (Fractality) と名付けた。この結果、形状のフラクタル次元は、街路景観で1.4~1.7、自然景観で1.3~1.7とほぼ同様の範囲であったが、カラー舗装では1.6~2.0と高く、いずれもフラクタル度は1で、フラクタルの形態であった。それに対し、色のコントラストのフラクタル次元は、街路景観で1.5~2.0、自然景観で1.0~1.6、カラー舗装では1.5~2.0となり、いずれもフラクタル次元の増加とともにフラクタル度は1から低下し、 $D=2.0$ でフラクタル度は0になった。すなわち、フラクタル次元とフラクタル度との間に負の相関が認められた (Fig. 1)。形態と色との相関をみると、3者は3つのクラスターに分離された (Fig. 2)。

CADによる街路景観シミュレーションでは、色のフラクタル次元とフラクタル度から環境調和の示度が与えられた。すなわち、カラー舗装のはめ込みに対し、色のフラクタル次元を低下させ、フラクタル度を上げると、より環境に調和する景観が生成されると判断された。しかしながら、形態に対しては色のコントラストほどの明瞭な傾向は見出されなかった。

4. 結論

街路景観の形態及び色のコントラストのフラクタル解析を試みたが、以下の結論に達した。

- (1) 形態のフラクタル次元は、街路及び自然景観でそれぞれ1.4~1.7、1.3~1.7とほぼ同様な値を示したが、カラー舗装では1.6~2.0と両者に比べて高くなった。いずれもフラクタル度は1であった。
- (2) 色のコントラストのフラクタル次元は、街路景観及びカラー舗装とともに1.5~2.0で、自然景観では1.0~1.6と低い値をとった。フラクタル度はフラクタル次元に対し、負の相関を示し、人工物と自然とを明瞭に判別した。
- (3) CADによる街路景観シミュレーションを行い、カラー舗装の環境への調和を検討したところ、色のフラクタル次元及びフラクタル度で、判定できることがわかった。

参考文献

- 1) Mandelbrot, B. B., Fractal Geometry of Nature, W. H. Freeman & Co., New York, 1983.
- 2) 清原哲也, 舗装を主体とした街路景観のフラクタルによる評価, 日本大学大学院修士論文, 1993.