I －30

フラクタル次元による橋空間の定量的評価

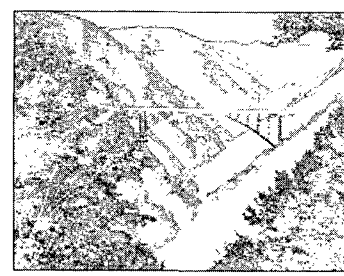
日大大学工学部　正　員 ○五郎丸 英博
同　上　非会員　寺澤 朋代

1．はじめに

形を量的に表現し，その評価を客観的にしかも定量的に行う方法としてフラクタル理論の利用がさまざまな分野で行われている．本報告は，橋梁と背景を含んだ橋空間の画像ををフラクタル次元によって解析し，景観の特徴を定量的に評価したものである．ここで言う景観の特徴とは，解析する景観画像の橋のスケルトンや背景のスカイライン等と画像の濃淡の変化を合わせたものであり，一般的には画像の特徴と表現されている．対象とした橋空間は，橋梁と周辺環境を含んだ３２枚の画像を公刊された写真集から選定した．

２．画像の特徴抽出とフラクタル次元の計算

解析対象の画像の特徴は，先ず，カラー画像の状態で輪郭抽出を行った．次に，この画像をグレー画像化し，二値化を実施した．これによって，画像の持つ形態と濃淡の特徴が明瞭になり解析が可能となる．図－１にグレー画像化した図の例を示す．



図－１　グレー画像の１例

フラクタル次元の計算は，画素点膨張理論に基づく方法[1)]で行った．これは，図形をある長さだけ外側に膨張させ，その膨張させた長さと膨張図形の面積の関係からフラクタル次元を測定する方法である．パソコン上でこの理論を適用してフラクタル次元を計算する場合には，画像がディジタル化されているため，次式を適用する．

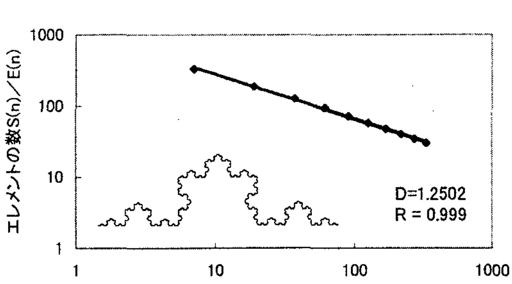
$$S(n)/E(n) = k\,E(n)^{-D/2} \qquad (1)$$

ここに，Ｄはフラクタル次元， S(n)は理想的な膨張によって変換された図形の面積，E(n)は ディジタル画像の膨張によって変換された図形の面積，ｎは膨張の単位長さ，ｋは比例定数である．

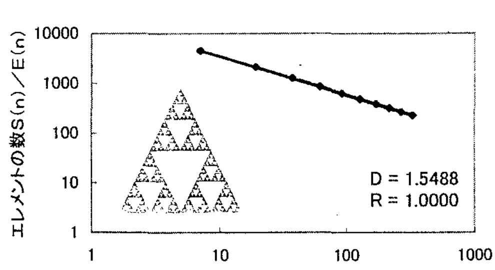
本研究ではE(n)として，比較的精度良く膨張が行える正六角形の画素点配列法を用いた．このときのE(n)は式（２）のように表せる．

$$E(n) = 3n^2 + 3n + 1 \qquad (2)$$

式（１）によるフラクタル次元の計算の妥当性を確認するため理論的に次元の分かっているコッホ曲線とシェルピンスキーガスケットのフラクタル次元を計算した．その結果を図－２と図－３に示す．



図－２　コッホ曲線のフラクタル次元



図－３　シェルピンスキーガスケットのフラクタル次元

計算結果は，コッホ曲線が 1.2502 でシェルピンスキーガスケットが 1.5488 であった．理論値はコッホ曲線が log4/log3＝1.2618…，シェルピンスキーガスケットが log3/log2＝1.5849…であるので，誤差はそれぞれ－0.9%，－2.3%であった．この結果ほぼ妥当な計算が可能と判断し，この方法を採用することにした．

３．解析結果

図－１に示した画像の解析結果を図－４に示す．フラクタル次元は 1.628 で相関係数は 0.999 が得られた．解析を行った 32 の画像に関して，フラクタル次元は 1.4～1.7 の値が得られ，相関係数は 1.0～0.997 であった．図－５と図－６には画像の美しさ，複雑さ，心地よさに関するアンケート調査[2)]の結果とフラクタル次元の関係を示す．図中の○印はアンケートの結果，１４０名の被験者によって美しいと判断された画像であり，×印は美しくないと判断された画像，△印はどちらでもないと判断された画像である．複雑さに関するアンケート調査結果の尺度値と画像のフラクタル次元との間には相関が認められ，次元が増すと複雑さの尺度値が増加するのが分かる．画像の心地よさとフラクタル次元の関係は，明瞭な相関が認められないものの，心地よさの尺度値が高い画像は，フラクタル次元がほぼ 1.5～1.7 の範囲の中にあり，適度に入りくんだ画像の方が心地よさが高い傾向にある．

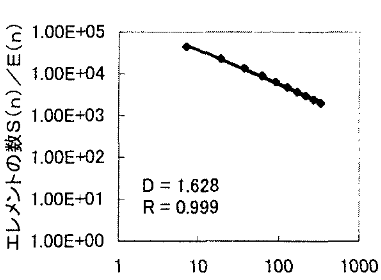
４．むすび

周辺環境を含んだ橋梁の景観画像に関して，画素点膨張法でフラクタル次元を解析した結果，ほぼ 1.4～1.7 の値の範囲にあるのが判明した．このフラクタル次元は，アンケート調査結果の複雑さの尺度値と相関が認められ，景観画像の複雑さに関する定量的評価が可能と考えられる．

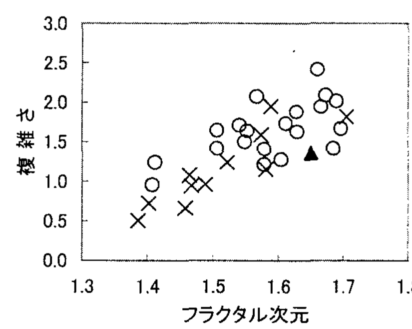
参考文献

1) Smith TG Jr,Marks WB,Lange GD,Sheriff WHJr,Neale EA: A fractal analysis of cell images. J Neurosci Met27,473-180,1989.

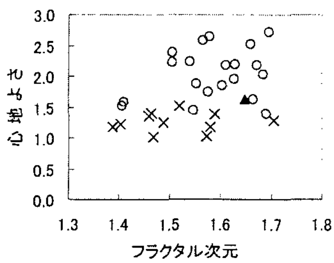
2) 瀬尾高宏ら：フラクタル次元と１／ｆノイズによる橋空間の定量的評価，土木学会第 53 回年次学術講演会概要集Ⅰ－A，556-557，1998.



図－４　図－１のフラクタル次元の計算結果



図－５　フラクタル次元と複雑さ



図－６　フラクタル次元と心地よさ