Ⅳ-247　フラクタル理論による地形景観解析

ﾌｼﾞﾀ工業　正会員　布施裕明
埼玉大学　正会員　窪田陽一

1．緒言

ある景観場面の構図を特徴づけるものの中で最も重要なものは、その景観場面において「図(figure)」として見える要素の輪郭線である。輪郭線の形態は景観構成要素の見えの形態であり、その相互関係が構図を決定する。輪郭線を形成するものは景観場面毎に異なるが、特に重要なものは、山や人工物が空を背景(「地(ground)」)として描くスカイラインであり、山の稜線はその代表例である。また景観工学的に言えば、スカイラインは可視・不可視領域を作り出す地表部分の凹凸の境界線でもある。

地形景観のスカイラインのようにランダムに変動する形を定量的に解析する方法には様々なものがあるが、現在用いられつつある方法の１つにフラクタル理論(Fractal Theory)を用いる方法がある。これは最近コンピュータ・グラフィクスの分野で急速に発展してきた理論で、山などの自然物をコンピュータで近似的に表現する場合に使われるものである。この理論によれば、スカイラインのような複雑な形の「複雑さの程度」を、フラクタル次元というスカラー量で表現することができる。本研究においてはこのフラクタル次元を用いて、山岳のある地形景観のスカイラインの複雑さの定量的解析を試みる。

2．フラクタル次元の計測方法

（１）フラクタル次元の定義

フラクタル次元とはフラクタル的構造（自己相似性）を持っている図形の複雑さを表現する指標である。対象を縮小率$1/s$で縮小して小対象を得る時、元の対象を再生するためにＮ個の小対象が必要ならば、元の対象の次元Ｄは関係式　$N=s^D$　で与えられる。このＤをフラクタル次元を呼ぶ。Ｄについて解くと、　$D=\log N/\log s$　となる。一般にフラクタル次元は非整数次元である。

（２）実際の自然図形のフラクタル次元の計測方法

上述の数学的に厳密な定義を、実際にフラクタル的といわれる自然の形態に適用するのは困難である。実用的なフラクタル次元の計測方法は、次の５つに分類することができる。

①粗視化の度合を変える方法
②測度関係より求める方法
③相関関数より求める方法
④分布関数より求める方法
⑤スペクトルより求める方法

ここでは、計測のためのデータの取り方が直接的で一番わかりやすいことから①の方法を採用した。

①の方法の中にもまたいろいろな種類があるが、その中で GRID DIMENSION と呼ばれる計測方法を採用することとした。この方法は、ランダムな曲線図形の他に点の分布等に関しても適用することができ、コンピューターによる計算にも適した方法である。

GRID DIMENSION においては、まず空間（平面）を１辺がrの正方形の細胞に分割し、対象となる図形の一部を含むような細胞の数$N(r)$を数える。rを変化させたとき、　$N(r)\propto r^{-D}$　即ち　$\log N(r)\propto -D\log r$　なる関係を満たす場合、これらの図形の細胞の分布はＤ次元的であるという。

3．山岳景観のケーススタディ

（１）計測システムの流れ

本研究での計測作業の流れは以下の通りである。

①写真の選定：山岳景観の写真集より、山の形を定性的に分類し典型的なもの42例を選定した。

②スカイラインの抽出：写真の上にトレーシング・ペーパーを置きスカイラインをトレースする。

③画像のコンピュータ入力：スカイラインが書かれた用紙（画像の原データ）をイメージスキャナによってコンピュータに入力する。

④フラクタル次元の計測：コンピュータに入力されたスカイラインはディスプレイ上の一連の点

の集合であり、この点の分布についてｒを変化させてGRID DIMENSION による次元Ｄを計測する。

（２）計測結果

図－１に石鎚山のスカイライン及びｒとＮ（ｒ）の関係を一例として示す。また図－２に42例のスカイラインのフラクタル次元の分布を示す。

４．考察

今回のフラクタル次元の計測結果は従来いわれている地形のフラクタル次元(1.1～1.3)より小さい。フラクタル次元が小さくなった理由としては以下の点が考えられる。

（１）尺度の上限と下限の問題

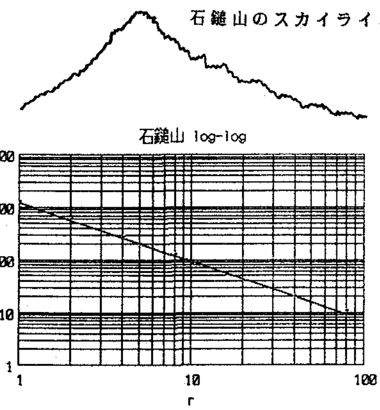
従来の地形のフラクタル次元の測定において今回のケーススタディとあきらかに異なる点は、尺度ｒの大きさである。従来はｒが1～20kmであるのに対し、今回のケーススタディでのｒは数十cm～数百ｍのオーダーである。

建築物のスカイラインを測定した奥らの研究によれば、ｒの大きさにより回帰直線の傾きが２種類あることが示されており、ｒが大きい方が傾きが小さく(1.0に近い)、ｒが小さい方が傾きが大きい。

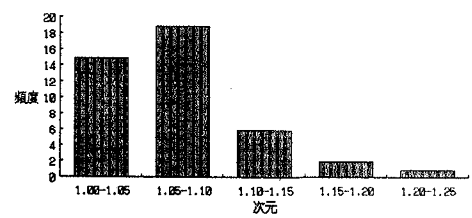
ｒが大きいときはスカイラインの全体的な起伏(一般にあまり大きくはない)を測ることになるためフラクタル次元は小さくなり、ｒが小さいときは輪郭線を構成する要素(起伏の単位)の大きさ影響を受けて次元が大きくなる。しかしそのような起伏の単位に含まれてしまうほど更に小さなｒの範囲においては次元は再び小さくなることも明かである。ｒのどのような値でそれらの遷移が起きるかは対象による。

（２）距離によるスカイラインの見え方の変化

視点からどの様な距離にあるかにより対象の見え方は変化する。このようにスカイラインの見え方を支配する要素が変化する時、視距離によりフラクタル次元は変化する。特に遠距離景と中距離景・近距離景との差が大きい。遠距離から見たスカイラインは地平線状またはゆるやかな曲線に見えることが多く、そのフラクタル次元は1.0に近くなる。一方、中距離景・近距離景においては独立峰や樹木の存在が大きな影響を持つ。この両極端の間には自己相似性は成立しない。



図－１　ｒとＮ（ｒ）の関係の例（石鎚山）



図－２　42例のフラクタル次元のヒストグラム

５．結語

地形景観におけるフラクタル次元は、測定地点から見た輪郭線のフラクタル次元としてのみ意味を持つのであり、対象とする地形そのもののフラクタル次元として一般化はすることはできない。しかし数多くの視点を設定することにより、地形の景観特性の記述指標とする可能性は小さくない。

＜参考文献＞

1)ベノワ・Ｂ・マンデルブロ著・広中平祐監訳(1985)『フラクタル幾何学』、日経サイエンス社
2)高安秀樹(1986)『フラクタル』、朝倉書店
3)Heinz-Otto Peitgen & Dietmar Saupe(1988) The Science of Fractal Image』,Springer-Verlag
4)奥俊信、家本修(1983)「フラクタルに基づくスカイラインの形態の解析について」、日本建築学会大会学術講演会梗概集（北陸）、pp.2329-2330.
5)奥俊信(1985)「DIVIDING法ならびにMESH法について（フラクタルに基づくスカイラインの形態の解析　その３）」、日本建築学会大会学術講演会梗概集（東海）、pp.293-294.