土木学会第53回年次学術講演会（平成10年10月）

Ⅱ－62

フラクタル解析による人の視角を考慮した河岸線の線形評価

九州大学大学院　学生員　新谷　加世
九州大学工学部　正　員　森山　聡之
九州大学工学部　フェロー　平野　宗夫

1.はじめに

Mandelbrotが提唱したフラクタル幾何学は、自然界の不規則な形状を表す概念として様々な自然科学の分野で応用されている。複雑な形態をなす河岸線についても、フラクタル次元により、その形状を、ある程度表現出来ることがわかっている。本研究の目的は、河岸線の形状を、フラクタル幾何学の概念を用いて評価することである。まず、福岡県、星野川の本川全体についてフラクタル解析を行ったうえで、人間の視角の範囲を考慮して、川岸線の部分的な範囲についてもフラクタル解析を行った。

2.ボックスカウンテイング法によるフラクタル解析

2-1. ボックスカウンテイング法

フラクタル性を確認し、次元を求める方法としては、形の特徴を捉えるのに一般に使われているボックスカウンテイング法を用いる。図1にその例を示す。ある対象が、全体を比率rで縮小したN個の部分に分割されるとき、

$$N \cdot r^{D_n} = 1 \qquad (1)$$

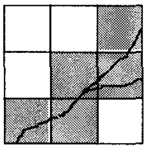

図1.ボックスカウンテイング法の例

が成り立つようなD_nをフラクタル容量次元といい、逆に（1）式が成り立つときこの図形はフラクタルである。直線が1次元、平面が2次元であることから、その間の曲線である河岸線のD_nの範囲は、$1 \leq D_n \leq 2$となる。地図上の長さl四方の範囲を、一辺の長さaの正方形のメッシュ格子で区切って、河岸線を含むその個数を$N(a)$とすると、$r = a/l$として（1）式より

$$N(a) = (a/l)^{-D_n} \qquad (2)$$

となる。また、容量次元D_nを確率による重みで拡張した次元に情報次元D_iがある。i番目のメッシュ格子に点が入る確率を$P_i(a)$とすると全情報量$I(a)$は

$$I(a) = -\sum_i P_i(a) \cdot \log P_i(a) \qquad (3)$$

で与えられ、これは対象を精度aで記述するのに必要な情報量を意味する。河岸線の座標の点が、D_i次元空間に分布していると考えると、$P_i(a)$はボックスの大きさに比例するので

$$P_i(a) = P_0 \cdot a^{D_i} \qquad (P_0\text{は定数}) \qquad (4)$$

となり、（3）式に代入すると情報次元D'が求まる。

2-2. 解析に用いたデータ

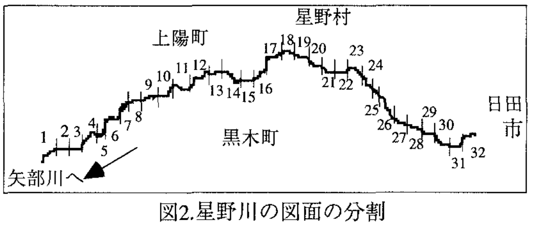

図2.星野川の図面の分割

図2のように、縮尺1/2500の地図上の星野川の本川全体について、データ数1000～5000程度、その面積密度1/1000～5/1000個/m^2となるよう考慮して32区間に分割し、その右岸、左岸の座標を、それぞれ、各区間ごとにタブレットを用いて読み込んだ。

2-3. 解析結果

フラクタル解析の結果、両岸、全区間について相関係数-0.99以下のよい値が得られ、フラクタル性が認められた。図3に、全32区間について、D_n、D_iの両岸平均の推移を示した。D_n=1.04～1.14、D_i=1.02～1.13とその形状により様々な値をとった。また、星野川全体についてのD_n、D_iの両岸平均を、既に求めた筑後川右岸についての結果とあわせ[1]、表1に示した。星野川全体の次元は、筑後川全体の次元よりも、その上流域の次元に近い値をとっており、フラクタル次元により、矢部川上流の支川である星野川の形状が、よく捉えられていることがわかる。

キーワード：フラクタル、河道線形
連絡先：〒812　福岡市東区箱6-10-1　TEL. 092-642-3289

3.スペクトルによるフラクタル解析

3-1.スペクトル解析による手法

ある変動がフラクタルかどうか、またフラクタルであればその次元はいくつか、といったことはスペクトルを調べることによっても求めることができる。ある対象物の周波数をf、そのパワースペクトルをS(f)とするとき、

$$S(f)=f^{-\beta} \qquad (5)$$

の関係にあるならば、そのベキ指数βから、フラクタル次元D_sは、

$$D_s=(5-\beta)/2 \qquad (6)$$

で与えられる。

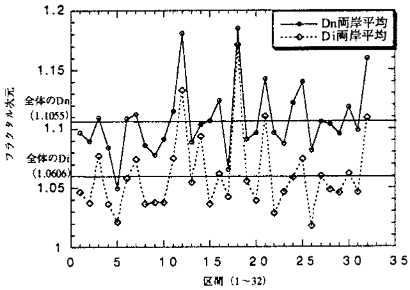

図3.星野川のフラクタル次元の推移

表1.星野川と筑後川の比較

	Dn	Di
星野川全体	1.1055	1.0606
筑後川全体	1.0658	1.0487
筑後川上流	1.1014	1.0778

3-2.解析に用いたデータ

2-3の解析結果から、32区間中、D_n、D_iともに、その両岸平均が星野川全体のD_n、D_iに一番近かった区間6を解析範囲として選んだ。図4にその拡大図を示す。図5のように、ある測点から川岸線までの距離dを左右60度の範囲で取り、そのパワースペクトルを求めた。これは、人が顔を動かさずに見ることの出来る範囲、静視野が、左右約60度であることを考慮に入れたものである。

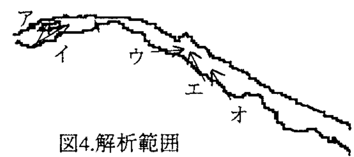

図4.解析範囲

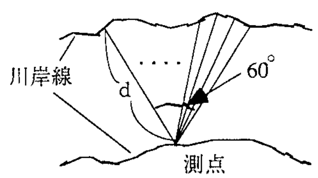

図5.dの取り方

3-3.解析結果

図4に示した各地点について矢印の方向を中心に、左右60度の範囲でデータをとり、スペクトル解析を行った。地点アについてスペクトル解析を行ったものが図6である。（5）式より、その傾きからβを出し、さらに（6）式より、D_sを計算した。

表2に各地点についての結果をまとめた。dの平均Mの値が大きければ、それだけ遠くを見ていることになり、また、dの標準偏差sが大きければ、それだけ遠近差のある景色を見ていることになる。地点アと地点イのように同じ地点から異なる範囲を見ている場合はフラクタル次元D_sに差が出てくるが、地点ウと地点エのように異なる場所から同じ範囲を見ている場合には、フラクタル次元D_sは、標準偏差sの値に関係なく、ほぼ同じ値をとった。

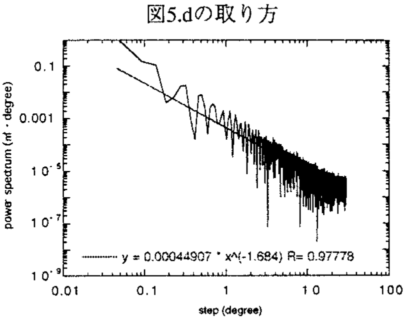

図6.地点アについてのスペクトル解析

表2.スペクトルより求めたフラクタル次元

	データ数 N(個)	データ平均 M(m)	データ標準偏差S(m)	次元 Ds
ア	1295	279.00	130.95	1.6580
イ	820	110.03	41.220	1.7272
ウ	1176	129.88	76.310	1.5828
エ	1037	88.310	43.270	1.5870
オ	692	91.020	72.230	1.5600

4.おわりに

今回の研究により、河岸線の全体像だけでなく、人間が見る景色としての河岸線の形状についても、フラクタル性が確認され、その両方をフラクタル次元で表現することが可能であるということがわかった。

1/2500の図面から得たデータによっても、フラクタル性は認められたが、図面から取ることのできるデータ数には限りがあり、また実際には、図面上では解像度の不足する部分の形状が、河川景観を形成する重要な要素となると思われる。今後は実際の写真などを用いて研究を進めていきたい。

5.参考文献

1）新谷加世・森山聡之・平野宗夫：フラクタル解析を用いた河岸線の線形評価、第52回年次学術講演会概要集第2部（A）pp696～697 、1997