

(Ⅱ-64) オリノコデルタ河川の河道特性とフラクタル次元の関係について

宇都宮大学 学生員 ○小川真司
宇都宮大学 F 会員 須賀堯三
宇都宮大学 正会員 池田裕一

1. はじめに

オリノコ川は、南米ベネズエラを東西に流れ、大西洋に注ぐ河川である。その河口デルタは、200万 ha を超え、関東平野とほぼ同じ面積を持つ。デルタ¹⁾内には大・小無数の水路が存在し、その水路群を年月と共に北から南へと順次遷移させている発展途上の流路変更型デルタ²⁾である。オリノコデルタは、スケールが大きく平坦であり、地盤が軟弱で大・小河川により細分化されるために、河道の変化が激しく、複雑さを増している。

本研究では、オリノコデルタについてフラクタル³⁾概念を用い、河川そのものの形態を数値化し、他のデルタ河川と比較することによって河口デルタの河川形態やその河道特性との関連性を調べた。

2. フラクタル次元について

自然界のフラクタル次元(以下F次元とする)を求める方法として“粗視化の度合いを変える方法”が有効とされている。そこで、米政府機関(Defense Mapping Agency)発行の50万分の1(T.P.C)の地形図を用い主水路にはRuler Dividing法、水路網にはBox Counting法を適用しF次元を算定する。

1) Ruler Dividing 法 (以下RD法とする)

水路を折れ線(ディバイダー)で近似する方法。ディバイダーの長さ r と分割された個数 $N(r)$ に

$$N(r) = \mu r^{-D} \quad (\mu: \text{定数})$$

が成り立つとき、 D は河道のF次元であると言える。つまり、 r と $N(r)$ を両対数上にプロットしたときの傾きがF次元になる。

RD法では、水路の蛇行がはげしいものほどF次元が大きな値を示し、直線的なものほど1に近い値になる。

2) Box Counting 法(以下BD法とする)

正方形の細分により水路群を被覆する方法。正方形の長さ r と被覆する正方形の数 $N(r)$ を両対数上にプロットし、RD法と同様にして求める。

BC法では、水路群が複雑に発達しているものほどF次元が高くなる性質がある。

3. 主水路の分析

水路蛇行の要因は流量、潮位変動量、水路の幅、勾配、土

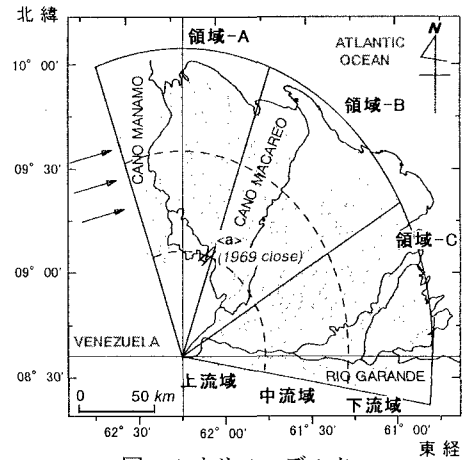


図-1 オリノコデルタ

表-1 RD法によるF次元

河川名	水路名	平均川幅(km)	F次元	撮影年・月
Orinoco	Manamo	0.9	1.09	1990.3
	Macareo	0.6	1.07	1990.3
	Rio Grande	1.6	1.02	1990.3
Ganges	Hooghly	0.4	1.16	1976.1
	Madhumati	0.5	1.16	1976.1
	本流	2.0	1.05	1976.1
Nile	ラシード	0.6	1.11	1992.3
	ダミエッタ	0.4	1.09	1992.3
Mekong	南	1.0	1.03	1968.5
	北	1.2	1.02	1968.5
Irrawaddy	Bassein	0.4	1.12	1989.9
	本流	1.2	1.08	1989.9
	Hlaing	0.4	1.09	1989.9

Key Words : オリノコデルタ、デルタ河川、河道特性、フラクタル次元

連絡先 : 〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2, 宇都宮大学工学部 TEL 028-689-6214 FAX 028-689-6230

砂量、粒径、等が考えらるが、ここでは水路の幅に着目する。一般に幅が広い水路は流量も多いと考えられる。そこで、1990 年 3 月に撮影された航空写真を元に制作された米政府機関(Defense Mapping Agency)発行の航空地形図を利用し、図 - 1 に示すオリノコデルタ内の主水路(Manamo, Macareo, Rio Grande)と、世界のデルタ河川(ガンジス、ナイル、メコン、イラワジ)内の主水路のF次元を算出し、水路幅との関係を調べた。

表 - 1 および図 - 2 から、全体的に水路幅が広いものはF次元が低く、狭いものはF次元が高くなる傾向が見られる。オリノコデルタ内の3水路では、Manamo が最大値を示しており、Rio Grande が最小値を示している。

4. 水路網の分析

デルタの要の位置を原点として、デルタを 120° の扇形で表し、主な水路をそれぞれ含むように扇形を三分割し、その領域を北から領域A、領域B、領域C、さらに中心から 60 km ごとに上流、中流、下流と三分割し、それぞれのF次元を算出した。

表 - 2 および図 - 3 から、領域毎に上流 - 中流 - 下流のF次元の変化を比較すると、領域Aは中流部で最大の値をとる変化をしているが、領域Bと領域Cは一次的に変化している。ここから、下流に進むに従い領域Bでは水路網が衰退し、領域Cでは水路網が発達してゆく傾向があると考えられる。領域Aでは図-1の〈a〉地点を1963年に閉鎖された影響も考えられるが、左岸から入り込む支川の効果により中流部でF次元が最大になる特殊な傾向を示している。

5. まとめ

RD法とBC法の分析結果を比較すると、RD法ではManamoを含む領域AでF次元が最大になり、BC法では領域Cで最大になっている。(図 - 4) これは、対象となる水路が単水路か水路群かによって生じる。BC法は水路群の発達の度合いを示しているので、流量が多く水路分岐が多い発達途上の地域で高い値になる。RD法は単水路の蛇行性を示すので、衰退期の水路でF次元が高くなる。

以上のことから、オリノコデルタでは水路幅が広く直線的に流れるRio Grandeを含み、水路網が発達している領域Cの下流部が最も若年期の地域と考えられる。A、B領域は衰退した地域で、流量も少ない。しかし、領域Aは水路閉鎖の影響が大きく、また、左岸からの流入の影響も少なからず受けていると考えられる。

〔参考文献〕 1) 須賀 堯三：川の個性～河相形成のしくみ～，鹿島出版会，1992. 2
 2) 須賀 堯三：大規模河床形態に関する考案，第 29 回水理講演会論文集 pp. 467～472，1985. 2
 3) 例えば，高安 秀樹：フラクタル，朝倉書店，1986. 4

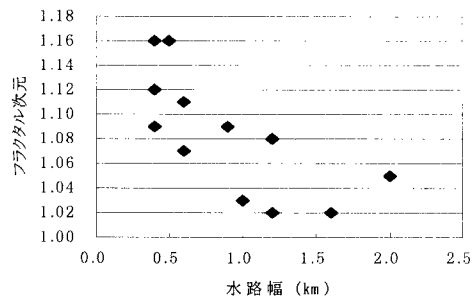


図 - 2 水路幅とF次元の関係

表-2 BC法によるF次元

オリノコ	領域-A	領域-B	領域-C	全体
上流	1.13	1.36	1.26	1.32
中流	1.37	1.31	1.35	1.38
下流	1.30	1.28	1.45	1.37
領域別	1.37	1.35	1.43	1.41

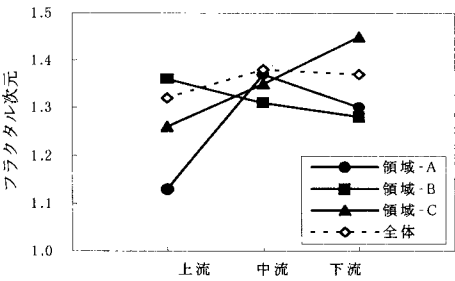


図 - 3 領域毎のF次元の変化

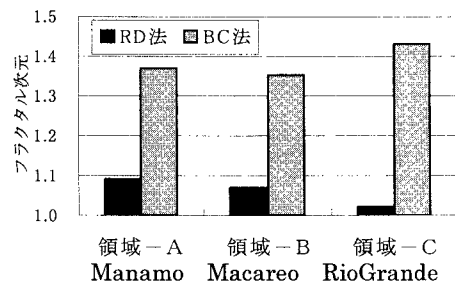


図 - 4 RD法とBC法の相違