

II-290 河川の平面形状に関する調査

日本大学工学部 正員 ○木村喜代治
 日本大学工学部 正員 高橋迪夫
 日本大学工学部 正員 長林久夫

河川を巨視的にみて、その縦断形状、横断形状などとともに平面形状もその特性を表わすものと考えられる。平面形状は地形、地質、流出関係等に支配され、また水理諸量に相互に干渉しながら形成されるものであろう。その形は自由蛇行にみられる滑らかな曲線状から地質等の影響による極めて不規則、不整合な形状など複雑な形をなしている。この調査においては河川の豊水時や洪水時のような高水時を一つの目標とした。かなり複雑な河川の平面形状を極く概括的に曲線の連続として取扱っている。

曲線形としては Langbein¹⁾ が示したように自由蛇行形状をよく表わす von Schelling の確率理論に基づいた曲線とする。この曲線は木村が明らかにしたように、²⁾ 細い弾性棒が形作る弾性曲線の一つであるエラスチカ曲線に相似であり、この曲線は Euler³⁾ により最初にエラスチカの問題として解析されたと思われているので曲線の名称をここではエラスチカ曲線と呼ぶ。河川形状をエラスチカ曲線の連続として扱う。そして河川形状の曲線への当てはめにおいてはエラスチカ曲線ということからスチールテープのような弾性薄板を利用する。この薄板の両端から相対する力を加えることによって曲線を形成させ、河川形状に合致するように操作する。エラスチカ曲線は、例えば Fig. 1 の a , d などを測定すれば M 点における最小曲率半径、MN 間の平均曲率半径、屈曲度および θ_0 ($2\theta_0$ が河川の偏向角となる) などが容易に計算される。河川をこのような曲線の連続と考えるので、河川のある点からある点までの平均の曲率半径、平均の屈曲度、偏向角の生起頻度などを容易に計算することが出来る。基本式は⁴⁾

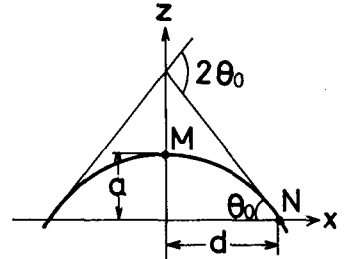


Fig. 1

$$\rho_0 = A^2$$

(1)

A は長さの次元を有する定数、その他の計算式をまとめると

$$\left. \begin{aligned}
 R &= \sin(\theta_0/2), \quad a = 2RK(A), \quad S = AK(R), \\
 d &= A[2E(R, \pi/2) - K(R)], \quad \rho_0 = A^2/a, \\
 a/d &= 2R / \{2E(R, \pi/2) - K(R)\}, \\
 S_n &= S/d = K(R) / \{2E(R, \pi/2) - K(R)\}, \\
 1/\bar{\rho} &= \theta_0 / \{AK(R)\}
 \end{aligned} \right\}$$

(2)

S : MN間の曲線長, ρ_0 : M点における曲率半径でMN間の最小曲率半径である, S_n : 屈曲度 (Sinuosity), $\bar{\rho}$: MN間の平均曲率半径。河川の自由蛇行の形状は比較的滑らかな曲線に左右に交互に屈曲している。このとき平面上で適当な転向部(変曲点)を決め、転向部と転向部の間をひとつのエラスチカ曲線として Fig. 1 の a , d などを測定する。この結果から式(2)を用いて諸量の計算をする。河川の一般部分ではかなり、この当てはめに困難な部分もあるが自由蛇行部にならって巨視的な観点から概略的に決定した。

前回の調査は最上川、阿武隈川について行なったが、今回は下表のような5河川についてである。

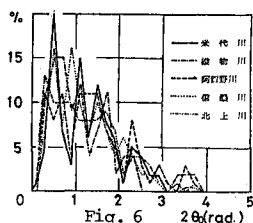
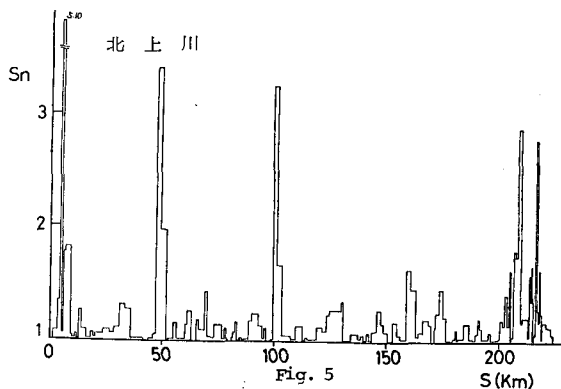
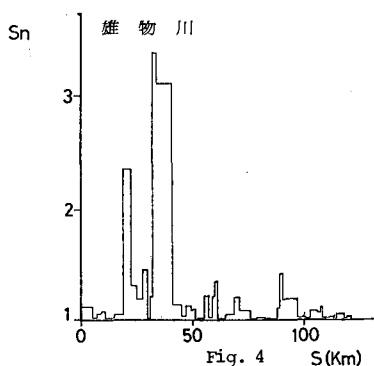
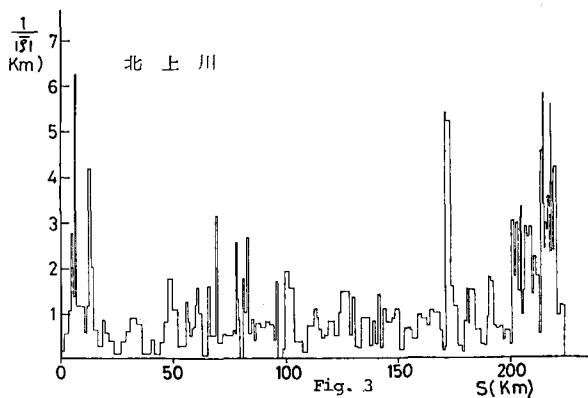
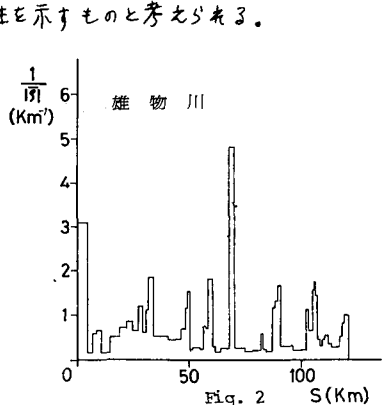
	米代川	雄物川	阿賀野川	信濃川	北上川
河口からの距離(Km)	119.92	120.15	114.31	316.71	222.98
測定区間数	89	56	66	213	155

ひとつの例として雄物川と北上川の河口よりの河川長 s と平均曲率の絶対値 $1/|r|$ ，ならびに屈曲度 S_n の関係を示したのが Fig. 2～5である。何れも河川の各部分において，ひとつのエラスチカ曲線部分では一定値であるから，その曲線長部分で棒状のグラフとして表わされる。 $s \sim 1/|r|$ の図はその河川の各部分における曲がりの規模を示すものである。また $s \sim S_n$ の図によって河川の各部分における曲がりの程度を表わしている。測定区間の各河川的全平均曲率半径および全平均屈曲度は次表のようになる。これらの平均値はそれぞれ

	米代川	雄物川	阿賀野川	信濃川	北上川
全平均曲率半径(Km)	0.987	0.723	0.885	0.845	0.834
全平均屈曲度	1.151	1.292	1.395	1.163	1.207

その河川についての測定範囲内の平均であることを注意しなければならない。同じ河川でも測定範囲が異なれば一般に相違してくる。これによって注意河川のある範囲について，その部分の屈曲の程度，規模を数値として算出できるのである。

Fig. 6 は偏向角の生起率を示したものである。かなりばらつきがあるが大局的にみて，最多偏向角は1 rad 付近であって各河川とも同一の傾向を有し，前回調査の最上川，阿武隈川ならびに Assa fi (1966) による Mississippi 河の調査や Yen (1955) によって明らかにされたものと同様であり，河川の曲がりの特性を示すものと考えられる。



- 1) Langbein and Leopold: River meanders, U.S. Geological Survey, 1966
- 2) 木村善代治: 蛇行形状とニミの力学問題との相似性について, 年譜Ⅱ, 1979
- 3) Love: A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, Cambridge, 1934
- 4) 木村善代治: 路線の平面線形へのエラスチカ曲線の適用, 論文集330号, 1983
- 5) 木村善代治ほか: 蛇行に因るニミの調査, 16回自然災害シンポジウム, 1979