

京都大学防災研究所

会 上

会 上

運 輸 省

正 負

正 負

准 負

准 負

矢野勝正

○足立昭平

大同淳之

青野 尚

蛇行河川の調査、観測は古くから行われており、経験的定性的考察としては有名な Fargue 氏等の優れた業績があるけれども、蛇行の機構、特にその発生原因については、種々の学説が提案せられているにもかゝらず、いまなお定説がないようである。このため近年各国において、蛇行現象に含まれる諸種の水理条件を、実験水路を用いることによつて組織的に統制し、蛇行の基本的原理を究明しようとする試みが行われている。著者等も一昨年からこの種の実験に着手し、なお予備的実験の域を出ないのであるが、主に蛇行発生初期の状態について若干の観察結果を得たので、ここに報告する次第である。

実験方法： 巾 2.2m, 長さ 18m, 深さ 0.6m のコンクリート水槽に砂を敷き詰め(平均厚 30cm), これを十分水締めした後、水槽両側壁に取付けた可変勾配の guide rail を基準にして、砂面を所定の勾配に均し、その中央に巾 10~40cm, 深さ 3cm, 側面勾配 3:1 の梯形断面の溝を作り、これに一定流量の水を流して流路の平面的変動を観察、測定する。

実験種類： 初期流路の形状として、上流から下流まで直線の場合、上流端に固定彎曲部を設けた場合(直線部との交叉角度は 45°), 及び上流部に支流を設けて合流せしめた場合(合流角は 30°, 本流は直線)の 3 種類を与え、砂床勾配は $1/500$, $1/250$, $1/150$, $1/125$, $1/100$, $1/50$ の 6 種類、流量は 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 及び $1.6\frac{1}{2}$ の 5 種類とした。また実験砂は平均粒径 0.5mm の比較的均一な砂を使用した。なお大部分の実験は上流部における砂の補給は行っていない。

直線水路における蛇行の発生： 流量、河床勾配によつて程度は異なるけれども、まづ水路床全面に亘つて砂の移動が行われると、水路断面形はそれぞれの水理条件に応じた、ある形に近づくという傾向を示し、水路中は一様に拡げられる。この拡中過程は水路床面に発生する砂連の滴長と密接な関連をもつように見える。勾配の緩やかな場合(この実験では $1/50$ 以下)には、ある程度水路中が拡げられると、水路断面形は梯形となり、砂の移動は殆んど水路中央部に限られ、蛇行は発生しない。一方比較的に急な勾配を与えた水路では、拡中が進むとともに砂堆が形成され、顕著な水衝突を生ずる。この初期の状態におけるこれらの水衝突は移動性が強く、また相互の間隔も短いのであるが、やがて移動性が弱まり、その間隔もなくなって明瞭な蛇行を出現する。蛇行として認められる最初の段階においては、その波長は各実験条件に応じて略一定であるが、上流部に砂を補給しないこの実験では、蛇行の発達につれて波長は上流部程長くなる傾向が認められ、下流部では上流側から伸びてきた蛇行と喰違ひを生じて、いわゆる不整合轉向を生じて波長は再び不規則となる。

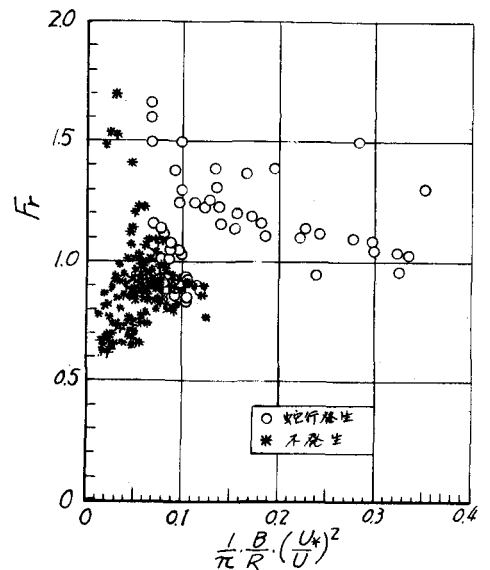
このようにして発生する蛇行は河床勾配に最も強く影響されるようであり、勾配の小さ

い場合程その波長は長い。上記の現象も上流部の河床低下による勾配の減少に基づくものと考えられる。なお流量の大小に対しても蛇行の規模は異なり、流量大なる程その波長は大きい。

上流部に固定弯曲部または支川合流のある場合の蛇行の発生：上流部に固定した水衝部を設けた場合であって、与えられた水衝兵は直ちに側方洗掘をうけ、洗掘された砂は同岸のさへ下流部に堆積して次の水衝兵を発生する。このようにして形成される蛇行は上流部から次第に下流部に及ぶものであるから、さきに述べた蛇行とは性格が異なり、下流に進む程その影響は薄れる。このような弯曲あるいは合流による効果は、直線水路部分自身が蛇行発生の条件を備えている場合に対しては、直線部自身の蛇行の発達を促進することにある。直線部自身の蛇行の性格を変えることはないように思われる。また直線部が緩勾配であって、それ自身は蛇行しない場合には、これは下流に減衰し、その場合は弯曲部または支川からの流砂量によって異なるようである。

U.S.W.E.S.の蛇行実験を担当された *Friedkin* 氏は蛇行の発達には流砂が不可欠の要素であり、蛇行は要するに bank から bar への砂の移動であると述べておられるのであるが、この場合の現象は蛇行の発達過程に対応するものであって、水路のもつ本質的な蛇行発生機構とは区別して考えるべきものと推定される。

蛇行の発生限界：直線水路における蛇行発生の範囲を、Froude 数 F と、水路巾 B 、径深 R 、平均流速 U 及び摩擦速度 U_* で構成される無次元量 $\frac{B}{\pi R} \left(\frac{U_*}{U} \right)^2$ について plot すると、次図のようになる。実験の結果と實際河川の蛇行との相似律については、なお問題が残されているが、図から可成り明瞭な蛇行発生の限界線を引くことができようである。こゝにとりあげた無次元量 $\frac{B}{\pi R} \left(\frac{U_*}{U} \right)^2$ は開水路水流に微小変動理論を適用する場合に含まれる因子の一つである。微小変動量を蛇行の素因としてとりあげることも一つの仮説であり、また理論式の展開も完全ではないが、蛇行発生限界に一つの平掛りを与えるものではないかと思われる。



本研究は昭和30.31年度、文部省科学研究費による研究成果の一部であることを附記して謝意を表す。