

腐葉土層が蛇行流路形状に与える影響

徳島大学院	学生会員	○北大宅俊明
徳島大学院	正会員	竹林洋史
徳島大学院	正会員	岡部健士
(株)大鉄工業	正会員	竹田一貴

1. はじめに

日本の河川では、洪水流を速やかに流すため、河川中・下流域では、これらの堤防線形は直線的に建設されている場合が多い¹⁾。その結果、現在の河道内の物理環境は単調化している。河道内の物理環境の多様性を再生するため、河道の再蛇行化が求められている。

蛇行流路の形成機構に関する研究は非常に多く行われているが、水路実験で十分発達した蛇行流路は未だ再現されていない。この原因として、流れの非定常性と氾濫原の植生繁茂が考えられる。既存の研究の水路実験結果によると、蛇行流路は、外岸の浸食量に比べて内岸の土砂の堆積量が少なく、時間とともに川幅が広がり、ついには流れが分岐して網状化している²⁾。つまり、河岸の耐浸食性が蛇行の発達には重要だと考えられる。河岸の植生は、外岸の浸食を抑制すると期待される。さらに、自然河川では、腐葉土層を有している場での発達が多く見られるため、そのことも考慮する必要があると考えられる。また、内岸の砂州の陸地化には、流れが非定常となる必要がある。このような背景のもと、腐葉土層が蛇行流路に与える影響を水路実験により再現し、検討する。

2. 実験内容

長さ7.5m、幅1.5m、高さ0.3mの直線短形水路を用いた。河床勾配が1/100となるように、下流端及び上流端の河床位をそれぞれ、0.1m及び、0.175mに設定した。なお、上流端の中央に幅0.05m、深さ0.06mのスリットを設けた。初期条件として、水槽の横断面中央に上流から下流方向に流路の深さ0.01m、幅0.05mの流路を作成する。

また、本実験での条件は、植生の影響を考慮しない条件として、次の2つの条件で実験を行った。Case1として、流量 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の定常流。Case2として、流量 $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 及び $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ を30分毎に変化させる非定常流。また、植生を考慮した条件としてCase1、Case2と同様の条件でそれぞれCase3、Case4を行った。

上流端の流水口付近の河床には流水による局所掘削を抑制するために玉砂利を敷いた。なお、河床及び給砂材料は平均粒径1.125 mm、比重1.6の軽量細骨材である。給砂は、給水時、上流端から0.05m～0.1mの河床位が初期河床位を保つように行った。また、植生モデルとして水分を含むと粘性を示すカオリナイトを使用し、カオリナイトが土砂を捕捉することにより土が流れにくくなり浮き州の形成を促進するものとして考慮する。なお、カオリナイトは粉末状なので流体抵抗として影響はない。Case1～Case4の場合は、いずれの条件でも最初の30分間は流量 $1.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ で給水と給砂を行う。その後Case1、Case3では流量 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ で定常給水、給砂を行う。Case3ではこの30分から1時間おきにカオリナイトの散布を行う。またCase2、Case4では、1周期を1時間とし、30分ごとに $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ と $1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ を周期的に変化させながら非定常給水、給砂を行う。Case4では、Case3と同様に、カオリナイトを散布する。この際、カオリナイトを散布するのは非定常流の低水時である、流量が $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の時である。その後は、どの条件でも同様に、30分ごとに下流端からの流砂を採取した。そして、給水、給砂、下流端からの流砂の採取を繰り返し、15時間まで続ける。その後、河床位の測定を行った。また、Case5～Case8は順にCase1～Case4の条件と同様の条件で、給砂をより厳密に行ったので、給砂量が多くなった。さらに、Case9として、初期流路形成時に表層0.01mを腐葉土で覆い流量 $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の定常流でカオリナイトは散布せず、給砂量が多い条件で行った。

3. 考察

ここでは、Case 5 ～ Case 9 での比較を行う。

左図では、各 Case での 15 時間後の水際線を示している。今回は、この中でも特に注目すべき Case 5, Case 7, Case 9 について比較を行うこととする。

i) 平均蛇行振幅・平均蛇行長について

表-1 から平均蛇行振幅では、最も大きかったのは、植生を考慮していない Case 5 であった。次いで大きくなったのは腐葉土を用いた Case 9 である。また、平均蛇行長は Case 5 より Case 7 が小さく、さらに Case 7 より Case 9 が小さくなっている。これは、植生を考慮しないよりも考慮した方が蛇行流路になりやすいことを示している。蛇行流路がより発達するには、短絡が起こりやすいことがあげられるためである。さらに、Case 9 では実験においても短絡が発生していた。この観点から見ると、実際河川で多くある、腐葉土層を有する条件が最も蛇行形成に適していると考えられる。

ii) 幅水深比

中規模河床形態の形成水理条件に対して幅・水深比が重要なパラメータとなることが見出されており、幅・水深比が小さい方から大きい方に向かって、平坦、交互砂州、複列（多列）砂州と変化することが知られている。このことから、蛇行流路の形成傾向を示す値として考えることが出来ると考えられる。

表-2 から Case 5, Case 9, Case 7 の順に小さな値となっていることがわかる。ただし、この時の Case 7 の値は流路外形を

見てもわかるようにほとんど流路幅が発達せず、直線流路となったために小さくなったと考えられる。このことから、腐葉土を用いて行った Case 9 がこの中で最も蛇行流路の傾向を示した。

4. おわりに

本実験で得られた結果をまとめると以下になる。

- (1) 植生を考慮した条件の方が、平均蛇行長が短くなり幅水深比も小さくなった。
- (2) 植生の代用として、カオリナイトを使用するよりも実河川に存在する腐葉土を使用した条件の方がより蛇行の傾向を示した。

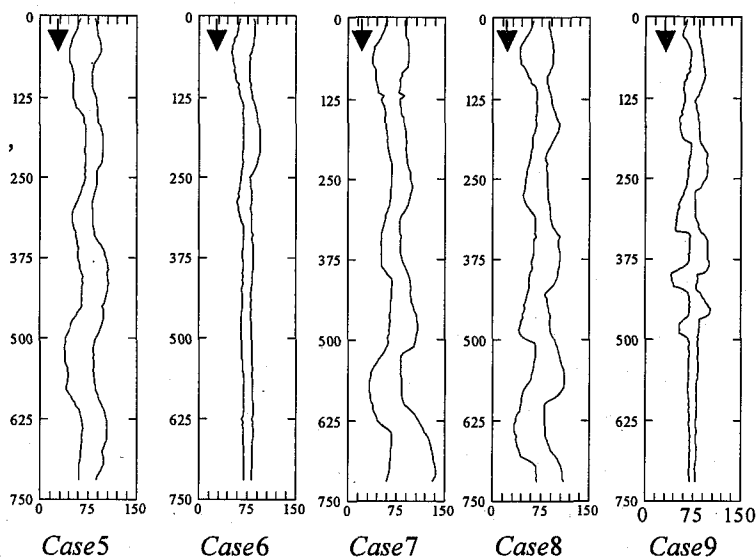


図-1 15時間後の流路外形

表-1 平均蛇行振幅・平均蛇行長

Case	平均蛇行振幅 (cm)	平均蛇行長 (cm)
5: 定常流 植生なし	60.5	223.3
7: 定常流 植生あり (カオリナイト)	34.9	170.0
9: 定常流 植生あり (腐葉土)	51.5	114.2

表-2 幅水深比

Case	幅・水深比 (平均)
5: 定常流 植生なし	62.7
7: 定常流 植生あり (カオリナイト)	39.8
9: 定常流 植生あり (腐葉土)	44.2

¹ 竹林洋史, 江頭進治: 自己形成流路の形成過程と形成水理条件, 土木学会論文集, Vol.677 No. II-55(2001)75-86

² STANLEY A. SCHUMM, Colorado State University: RIVER MORPHOLOGY, Benchmark Papers in Geology