

河川の流路形成シミュレーション

Numerical simulation for pattern formation of river channel

柳田 達雄 [1]

Tatsuo Yanagita[1]

[1] 北大・電子研

[1] RIES, Hokkaido University

<http://www-nsc.es.hokudai.ac.jp/~yanagita>

河川は流量や河床、河岸の土砂特性に伴い直線流、屈曲流、蛇行流、扇状流など多様な流れの形態を持っている。しかしながら、これらの形態がどのような環境下で形成され、どのようなメカニズム、どのような環境下で形態が選択されるか明らかになっていない。

川の形態は流れにより川岸/河床が削られ、その土砂の移動、堆積により、流れにフィードバックされる過程により自発的に自己境界が形成される。また、蛇行流はガラス板上の流れ、氷河上の流れ、黒潮などと普遍的に見られるが、スケール、素過程(氷河上の流れには堆積がなく、ガラス板上と黒潮の蛇行には侵食/堆積がない)とも異なっており現象間での蛇行発生のメカニズムの関連性・普遍性という観点からも興味深い現象である。

ここでは、水深方向に関して平均化した平面2次元流を用い、簡略化した侵食/堆積(掃流、浮遊土砂流)のダイナミクスを導入した数理モデル化を用いてシミュレーションを行い河川流路形成過程とその形態遷移の主要因の解明をこころみる。

流れ場と侵食・堆積の関係は土砂の粒径などの性質により異なり、定量的な解析を主眼とした河川工学などでは実験式から得られた経験的な方程式を適用するが、ここでは以下のような極力簡略化したモデルを用いる: 堆積量は土砂密度に、また、侵食量は流量に比するとし、掃流量は河床傾斜に比例すると仮定した。また、河床から流体が受ける応力は水深に反比例するとし、以下のような現象論的方程式を用いた。

シミュレーションの初期状態として一定の地盤勾配を持つ直線流から始めるとある臨界勾配以下では直線流は安定であるが、それ以上では不安定化し蛇行流が形成される。蛇行流形成の初期過程では直線流にある不安定モードの交互砂州が形成される。その後、交互砂州間を流れる複数の流路から一つの流路が選択され蛇行流となる。このように交互砂州の形成から直線流が蛇行流へと移行する過程は実験流路においても見い出され、シミュレーション結果と定性的に一致する。