

II-120

扇状地礫床河道における植生の消長に関するシミュレーション

建設省土木研究所 正会員 藤田光一
韓国建設技術研究院 李 参熙

1. はじめに

礫床河道における植生域の消長（逆に表現すれば礫床裸地の消長）は、治水と自然環境保全の両面で重要な現象であり、それを何らかの形で予測する技術を開発することが適正な河川管理のために必要となっている。本研究では、多摩川の扇状地礫床河道区間における植生動態の詳細な実態分析から得られた知見¹⁾²⁾³⁾に基づき構築した植生の消長のシミュレーション手法とその適用結果について述べる。

2. シミュレーション手法の基本構成

多摩川永田橋地区においては最近 30 年ほどで顕著な安定植生域拡大が観察されており、これについて図 1 に示すシナリオが得られている²⁾。ここでは、横断面形状が複断面状になっており、高い方の河床（右岸）で礫床裸地から安定植生域への変化が起こっている。本研究では、このような植生変化パターンに着目し、図 2 に示す計算対象河道（縦断方向一様）を設定し、右岸側の高い方の河床上での植生の消長をシミュレーションの対象とする。本シミュレーションにおいては、植生消長の現象を図-3 のようにとらえ、次の 4 つの過程に分けて定量記述を行う。① 河床変動と礫床裸地の形成：洪水により有意な河床変動が起こり、前と異なる形状を持つ河床が形成される。河床表面は礫床で裸地である。本予測モデルでは、この過程の結果形成される礫床裸地の河床を所与の条件とし、河床形状が変化する場合には、そのつど新しい河床形状を与える。② パイオニア的植物の繁茂：裸地の礫床面に、大きな立地条件の変化を伴わず発芽・定着できる植物が先駆的に繁茂する。これを、ここではパイオニア的植物の繁茂と呼ぶ。図 3 のタイプ II、III-1 の植物群落にこれに当たる。礫床の裸地が形成されてから（過程①あるいは後述の過程④）、過程④が起こらない条件で時間 T_p が経過した後パイオニア的植物が繁茂し始めるとする。③ 表層細粒土層の堆積と安定植生域の形成：これは、前記②の状態のところに洪水が作用し、表層細粒土層（粒径 d_s ）が堆積する過程である。表層細粒土層の厚さ D_s が D_c （安定植生域の形成に必要な表層細粒土層厚の最低値）を上回った時に安定植生域（図 3 のタイプ III-2 の植物群落）が形成されるとする。 D_s の計算に必要な高水敷河床部分へ流入する細粒土砂の鉛直平均体積濃度 C は、 $C = \alpha Q$ により与える（ $Q[m^3/s]$ ：洪水流量、 $\alpha[s/m^3]$ ：流域からの細粒土砂供給の活性度を表す係数）。④ 洪水による植物の流失：河床の基盤を構成する礫（粒径 d_r ）に関する無次元掃流力 τ_{*c} が τ_{*cc} （植生立地への有意な攪乱となるためのしきい値）を越えたとき過程④が起こり、植物が全面的に（表層細粒土層がある場合にはそれも一緒に）流失し、再び礫床裸地に戻るとする。以上の計算法の詳細は文献 3) を参照されたい。

キーワード：河道内植物、樹林化、表層細粒土層、シミュレーション、洪水

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭一番地 電話 0298-64-2283 / ファックス 0298-64-1168

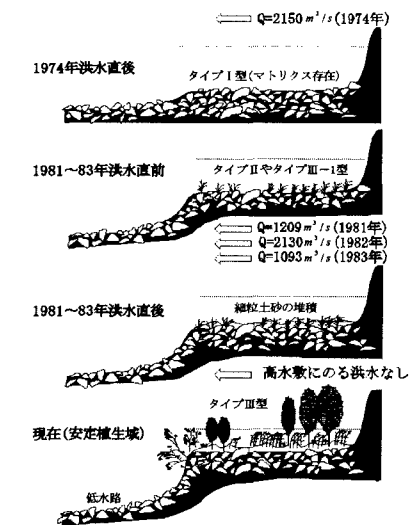


図1 多摩川永田橋地区における安定植生域拡大のシナリオ

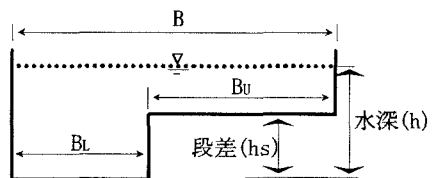


図2 想定した河床横断形状

3. シミュレーション結果

図-1 に示した多摩川永田橋地区の右岸高水敷について計算した結果を図4に示す。ここでは、 $B_L=70\text{m}$, $B_U=200\text{m}$, $h_s=2\sim4\text{m}$ に段階的に変化, $T_{pr}=3[\text{year}]$, $\alpha=2.0\times 10^{-7}$, $D_c=3[\text{cm}]$, $\tau_{*ce}=0.05$, $d_{is}=0.15\text{mm}$, $d_R=15\text{cm}$, n_L (低い方の河床の粗度係数) $=0.035$, n_U (高い方の河床の粗度係数) $=0.035\rightarrow 0.045$ に増加, を与えている。計算によれば, 1981年, 1982年, 1983年洪水により礫床裸地面に表層細粒土層が堆積し, これを契機に安定植生域が現れ, 以後, 計算対象の最終年である1996年までこの状況が継続する。この結果は図-1とよく対応している。次に, 多摩川永田橋地区の河道および洪水発生条件(確率過程として表現)とよく似た条件を設定し, 河床の段差 h_s (図2参照)が植生動態に与える影響を計算した。 h_s 以外の計算条件は, d_R (6cmに設定), n_U (0.035に固定)以外は上記と同じである。結果を図5に示す。計算は同一条件の下1000年間行った。図の縦軸は, 安定植生域の一回の存在期間すなわち安定植生域が継続して存在する期間の平均値である。以下では, 「安定植生域の持続期間」と呼ぶ。図からわかるように, 持続期間は段差 h_s によって8年から60年程度まで大きく変化する(図中の基本量の線)。安定植生域の持続期間は, 段差0.5~1.5mぐらいまでは大きな変化がないが, 段差が1.5m~2mを超えると持続期間が伸び始め, この傾向が段差4mぐらいまで続く。段差が4.5mを超えると, 状況がもう一段変化し, 持続期間の急激な増加が起こる。図5には前述の計算条件(基本量)からパラメータ値を変化させた場合の影響を併記している。パラメータ値を変化させても, 安定植生域の持続期間が全体的に上下に動くものの, 段差が増大するにつれ持続期間が長くなるという基本的傾向は変わらない。ただし洪水流量が3倍になるという条件変化に対しては, 持続期間が一定に近い傾向を示すようになる。図からは, 安定植生域の持続期間が礫の動きやすさ(d_R , τ_{*ce} の変化)に鋭敏に反応することがわかる。以上のように, 本シミュレーションによって, 河道形状や洪水の条件と植物繁茂特性との関連を把握する上で重要な情報が得られると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、河川生態学術研究会の調査研究の一環として実施したものである。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献：1) 李参熙, 藤田光一：礫床河川の樹林化に果たす洪水と細粒土砂流送の役割, 水工学論文集, 第42巻, pp433-438, 1998. 2) 李参熙, 藤田光一ほか：礫床河道における安定植生域拡大のシナリオ, 水工学論文集, 第43巻, pp977-982, 1999. 3) 李参熙, 山本晃一ほか：扇状地礫床河道における安定植生域の形成機構に関する研究, 土木研究所資料, 第3622号, 1999.

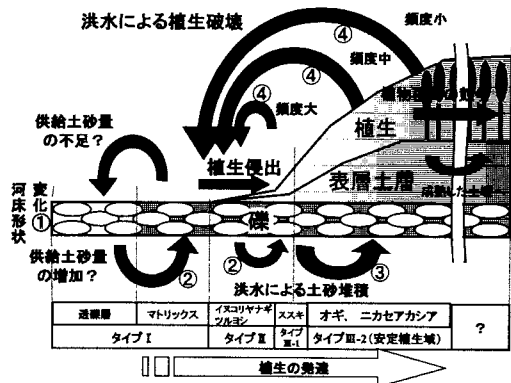


図3 植生消長現象のとりえ方

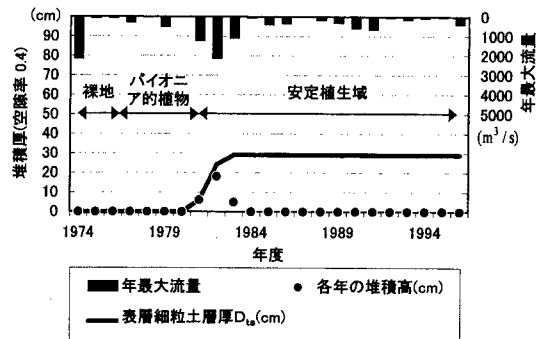


図4 多摩川永田橋地区の植生変化の再現計算

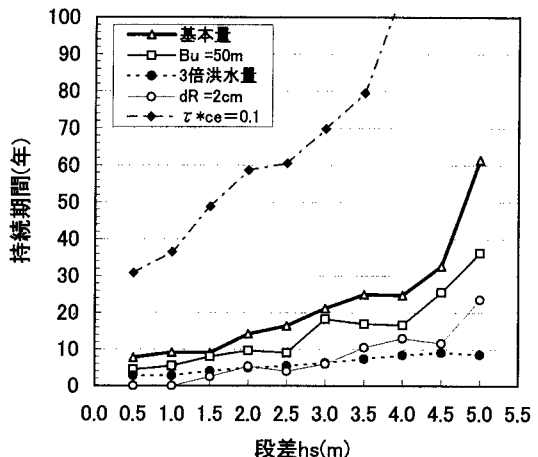


図5 安定植生域の持続期間の平均値と段差との関係