

草本類—木本類の種間競争モデル開発に基づく河川横断地形形成過程に関する研究

名古屋大学 大学院工学研究科 正会員 ○戸田 祐嗣
 東京大学 大学院工学系研究科 学生会員 上戸 恭介
 名古屋大学 大学院工学研究科 フェロー会員 辻本 哲郎

1. はじめに

本研究では、草本から木本の繁茂へと至る河道内での植生遷移とそれが河川横断地形に与える影響を解明するため、草本類と木本類との種間競争モデルを開発し、浮遊砂堆積による河川横断地形形成過程を数値解析により検討することを目的とする。

2. 植生種間競争モデル

草本類—木本類の競争関係モデルの開発に際しては、植物種間の競争が主に光合成に必要な日射の獲得によって引き起こされるものとした。平水時の草本類—木本類の成長に対して、単位時間・単位面積当たりのバイオマスの変化量を以下の式で表す。

$$\frac{dM_i}{dt} = P_i - R_i \quad (1)$$

ここに、 i は草本類(g)・木本類(t)の別を表し、 M_i :単位面積当たりのバイオマス、 P_i :生産(光合成)量、 R_i :代謝(呼吸)量である。生産量 P_i については、植物群落内における単位高さの植生層による光合成速度を日射に対する Monod 型関数で与え、その光合成速度を、地表面から植生高さまで積分することにより求めた。代謝量 R_i については、

$$R_i = \gamma_i P_i + \mu_i M_i \quad (2)$$

で与えることとする。ここに、 γ_i :成長呼吸係数、 μ_i :維持呼吸係数である。

3. 河川横断地形解析モデル

流れ場の解析に際して、以下の浅水流方程式¹⁾を用いた。

$$0 = g i_{bx} + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h v_t \frac{\partial u}{\partial y} \right) - \frac{g n^2}{h^{4/3}} u^2 - \frac{C_D \chi l}{2h} u^2 \quad (3)$$

ここに、 y :横断方向座標、 h :水深、 i_{bx} :流下方向河床勾配、 v_t :渦動粘性係数、 n :Manningの粗度係

数、 u :水深平均流速、 C_D :植生の抗力係数、 χ :植生パラメータ、 l :植生の水中高さである。浮遊砂は横断面内で十分拡散が進み、その濃度は横断面内一様と仮定し、浮遊砂の沈降・巻上、横断方向掃流砂を考慮した以下の式により、河床位の変化を解析する。

$$(1-\lambda) \frac{\partial \eta_b}{\partial t} = D_s - E_s - \frac{\partial q_{BL}}{\partial y} \quad (4)$$

ここに、 λ :間隙率、 η_b :河床位、 D_s :浮遊砂の沈降速度、 E_s :浮遊砂の巻上速度、 q_{BL} :横断方向掃流砂量である。 D_s 、 E_s 、 q_{BL} についてはそれぞれ既往の文献²⁾より算出した。

4. 計算条件

数値計算は以下の手順で実施した(図-1)。始めに、初期地形および土砂粒径を与え、そこに平水時の流量を与えたときの水際まで植生の種間競争を解析した。種間競争モデル解析ののち、繁茂した草本類、木本類の条件下で洪水時の移動床流れの計算を行い、同時に植生の破壊判定を行った。これが一年間のサイクルであり、次年度は変化した横断地形、植生分布のもとで再び平水時流量を与え、その水際までの

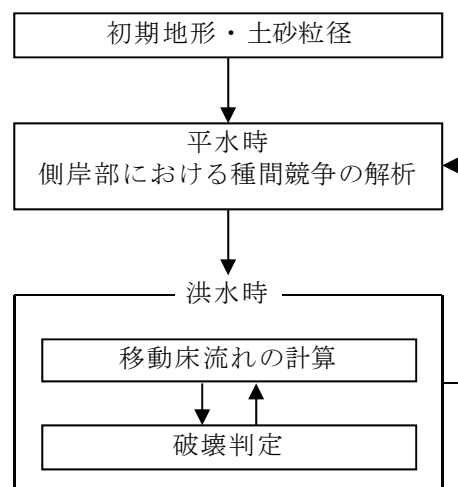


図-1 数値解析のフローチャート

キーワード：河川横断地形、種間競争、草本類、木本類

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学・大学院工学研究科・社会基盤工学専攻

表-1 解析に用いた主要なパラメータ

項目	記号	値
最大光合成速度	p_{gmax}, p_{lmax}	0.23, 0.034 (g/cm/day)
成長呼吸係数	γ_g, γ_l	0.25, 0.05 (day ⁻¹)
維持呼吸係数	μ_g, μ_l	0.05, 0.01 (day ⁻¹)
植生抗力係数	C_D	1.0
粗度係数	n	0.032 (s/m ^{1/3})
浮遊砂粒径	d	0.3 (mm)

陸域での種間競争解析を行う．なお、洪水流量については年度ごとに変化を与えることとした．

植生の破壊条件について、洪水中の河床位が植生の根の深さで深まで低下した場合、その地点の植生は破壊されるとした．また、河床高が上昇していく過程では、植生高さまで土砂が堆積した場合、その植生は埋没により破壊されたと判定するものとした．河床上昇高が植生高さまで至らない場合には、その分のバイオマスの地上高さが減少するものとし、翌年の種間競争の解析の際にはその地上高さに基づくバイオマスを与えた．

解析に用いたパラメータのうち主要なものを表-1に示す．草本類と木本類の大きな違いは、草本類は木本類に比べ生産速度、代謝速度ともに大きいため、初期増殖での競争力が強いが、早期に平衡バイオマスに至ること、草本類の平衡バイオマス時の高さは木本類より小さいため、種間競争終期では日射の獲得に不利であることが挙げられる．

5. 計算結果

図-2(a)に種間競争を考慮した場合の河川横断地形を、図-2(b)，(c)にそれぞれ草本類のみ成長する場合、木本類のみ成長する場合における河川横断地形変化を示す．種間競争を考慮した場合および草本類のみを考慮した場合においては、植生の成長に伴い側岸部で土砂堆積が生じ、川幅が縮小し、低水路河床の低下が観察されるが、木本類のみを考慮した場合は、上流からの給砂条件による全体的な地形上昇は生じているものの、横断面形状の大きな変化は生じていない．このことは、木本類のみを考慮した場合は、木本類の成長速度が草本類と比べて小さいため、毎年の出水で頻繁に木本類が破壊され、植生域の拡大が生じなかったことに起因している．

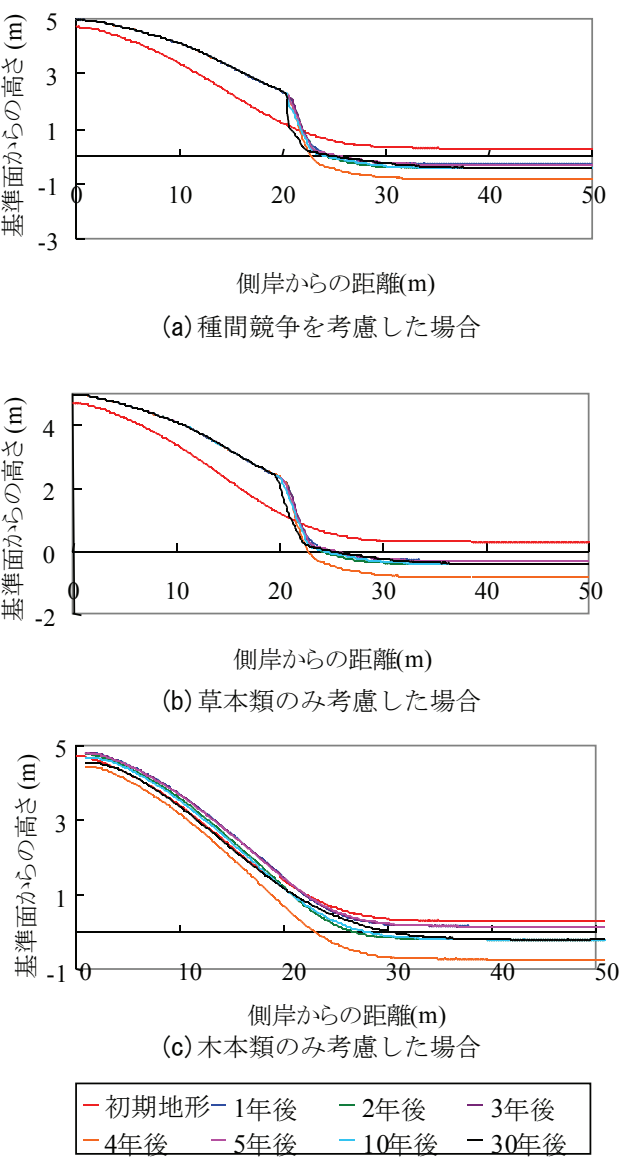


図-2 植生繁茂を考慮した河川横断地形の変化

6. おわりに

草本類と木本類の種間競争モデル開発に基づく河川横断地形形成の数値解析を行った．本解析で用いた植生パラメータの範囲では、横断地形の形成に草本の侵入が重要な役割を果たしており、木本類のみを考慮した場合は、洪水による植生破壊を頻繁に受けるため植生群落の拡大に至らず、横断地形に与える影響は小さかった．

参考文献

1) 泉ら(1997)：透過水制を有する直線砂床河川の平衡横断面形状，土木学会論文集，No.565，pp31-41
2) 泉・池田(1991)：直線砂床河川の安定横断河床形状，土木学会論文集 No.429，pp57-66