

草本類—木本類間の種間競争モデルの開発

名古屋大学工学部 学生会員 ○上戸恭介
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 戸田祐嗣
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 辻本哲郎

1. はじめに

ダム建設や河川改修等の人的作用を受けた河川の砂州においては、洪水の頻度や規模の低下により河道が安定化すると、樹林化が進行する事例が報告されている。そのような河川では、出水の疎通の阻害による水面上昇や樹木の流木化などの治水安全度の低下の恐れや、木本類の圧倒的な繁茂による河川生態系における生物多様性の消失の恐れなどが問題視されている。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を解明するための第一歩として、草本類と木本類との、日射量をめぐる競争関係を数値解析により解明することを目的とする。

2. モデルの概要

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。草本類・木本類のそれぞれに対して、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。

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

ここに、 i は草本類・木本類の別を表し、 M :単位面積当たりのバイオマス、 C :移入の効果、 P :生産(光合成)量、 R :代謝(呼吸)量、 D :枯死量とする。

ここでは、生産と代謝の効果のみを考慮した、異種間の競争関係モデルでの解析結果と、それに基づく考察を記す。幾何形状は図-1の通りであり、初期高さはいずれも 1.0cm、比重は 1.5 とした。

植生群落内における単位高さの植生層による光合成速度は以下の monod 型関数で与えられるとする。

$$p_i = \frac{I}{I + I_{ci}} p_{\max} \quad (2)$$

ここに、 p :光合成速度、 I :光量、 I_c :光量に対する半飽和定数、 $p_{\max}$:最大光合成速度である。植生群落内の日射の減衰については、植物の葉の密度による吸光係数を考慮した Lambert-Beer の式を用いて評価した。式(2)で表される単位高さ当たりの光合成速度を、地表面から植生高さまで積分することにより、光合成速度 P_i を求めた。

代謝量 R_i は、

$$R_i = \gamma_i P_i + \mu_i M_i \quad (3)$$

で与えることとする。ここに、 γ :成長呼吸係数、 μ :維持呼吸係数。

3. 結果と考察

1) 競争における勝者の決定条件

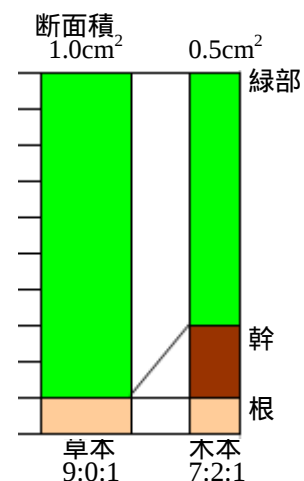


図-1 幾何形状と各部高さの比率

草本類において, $I_{cg}=6000[\text{lx}]$, $p_{maxg}=20.0[\text{g}/\text{cm}^3/\text{day}]$, $\gamma_g=0.1$, $\mu_g=0.05[/math>/day]と仮定し, 草本類は木本類に比べ, 初期の成長速度が大きいと設定した.$

図-3 では, 木本類が草本類との競争で勝者となるモデルの結果を示し, 図-4 では, 草本類による光の遮蔽効果により木本類の成長が抑制され, 敗者となるモデルの結果を示した. 木本類が競争関係で優位となるためには, 草本類に比べ I_c が極めて小さな値であることが必要であった. このことは, 草本類の繁茂により光の遮蔽が大きく, 木本類に与えられる光量が小さくとも十分な光合成速度が得られることを意味している. また, 同時に呼吸係数 γ , μ を小さくして代謝による有機物量のロスを減じ, さらに初期の成長速度が草本類を上回らない程度に p_{max} の値を大きくする必要があることが分かった.

2) 優劣逆転に至るまでの時間の決定条件

1)と同じ条件で草本類のパラメータを与える.

呼吸係数 γ , μ を小さくすることは, 代謝量を減少させることでバイオマスの増加速度を早めると同時に, 生産量と代謝量とが等しくなるまでの時間が長くなる, すなわち, バイオマスの増加が頭打ちになるまでの時間を長くする効果を与える. 呼吸係数を小さくし, さらに最大光合成速度の値を 1)と同様に, 木本類の初期の成長速度が草本類のそれを上回らない程度に小さくすることにより, バイオマス量の大小関係の逆転までに要する時間が長くなることが図-3 と図-5 との比較により明らかになった.

4. まとめ

本研究では異なるパラメータを持つ異種間の競争関係モデルの解析により, パラメータが結果に与える特性を把握し, 数値実験を行うことでより現実的な草本類—木本類間の競争関係のモデル化が可能となる展望を得ることができた. 今後は, 競争関係モデルについては移入の効果の考慮 枯死量の与え方の検討, また, 植生の消長に影響を与える土砂輸送モデルについては, 河床材料, 植生の破壊条件, 出水の規模や周期についての検討を進める.

5. 参考文献

- 1) 戸田祐嗣・赤松良久・池田駿介: 単細胞・群体型付着藻類と糸状型付着藻類の増殖競争モデルの開発, 河川技術論文集第 9 巻, pp.481-486, 2003.
- 2) 黒岩澄雄: 物質生産の生態学—光合成から繁殖まで—, 東京大学出版会, pp.4-73, 1990.

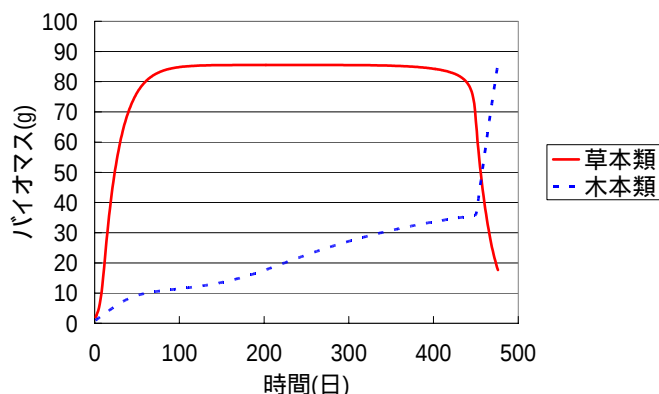


図-3 $I_{ct}=0.0015, p_{maxt}=0.35, \gamma_t=0.01, \mu_t=0.005$

の場合の, 時間—バイオマス関係

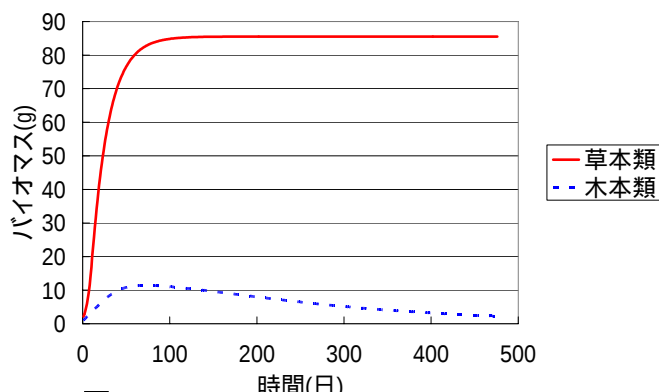


図-4 $I_{ct}=0.008, p_{maxt}=0.35, \gamma_t=0.01, \mu_t=0.005$

の場合の, 時間—バイオマス関係

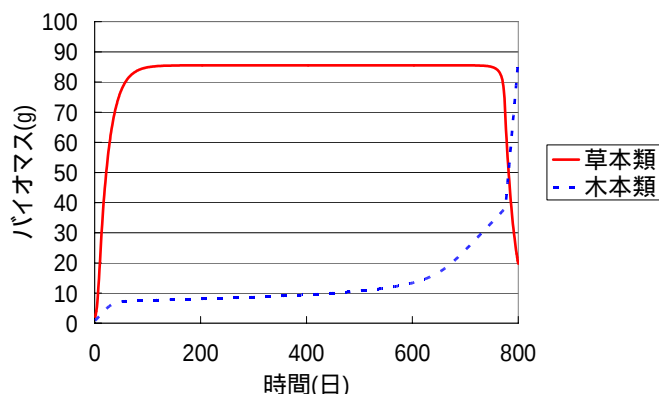


図-5 $I_{ct}=0.008, p_{maxt}=0.23, \gamma_t=0.00001, \mu_t=0.000005$

の場合の, 時間—バイオマス関係