

1. はじめに

近年、日本の多くの河川では河道の樹林化が進行する。これは河川の治水機能と生態系保全機能との両面に大きな影響を与える。よって、河道内樹林の適切かつ合理的な管理が重要となる。筆者らはこの樹林化問題に対して河川水系の各砂州上での植生動態を確率評価するモデルを構築してきた^{1,2)}。本報では、現地観測より得られたヤナギの成長に関する季節性をモデルに導入して、樹林の消長過程に与える影響を検討する。

2. モデル概要

植生動態モデルにおける樹林の消長機構は数理生態モデルで表現される^{1,2)}。この数理生態モデルでは、ある時刻 t におけるサイズ x (本報では、樹径 d) の分布密度 $n(x,t)$ を用いる。 $n(x,t)$ の経時変化は樹木の成長と出水による樹木死亡を考慮して次式で評価される。

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\frac{\partial(g_t \cdot n)}{\partial x} - D \cdot n \tag{1}$$

ここに、 g_t : サイズ x ごとの平均成長速度 (m/day), D : 樹木死亡率 (day⁻¹) である。境界条件として最小サイズ x_{min} における稚樹の新規参入 $J(x_{min}, t)$ ²⁾ を与える。初期条件として砂州は礫河原を想定し、分布密度 $n(x,t)$ をゼロと与える。

本報では、現地観測地点で繁茂するヤナギ類を対象にして式(1)の成長速度 g_t に季節性を導入する。

3. 現地観測によるモデルへの季節性導入

図1に加古川の河口距離 23.4km 付近の砂州の概要を示す。この砂州では2011年からヤナギの成長速度をモニタリング調査している。この調査では樹木密度の条件がことなるコドロードが同一の比高上に設けられ、樹木サイズ(樹径 d , 樹高 h) の経時変化が観測される。

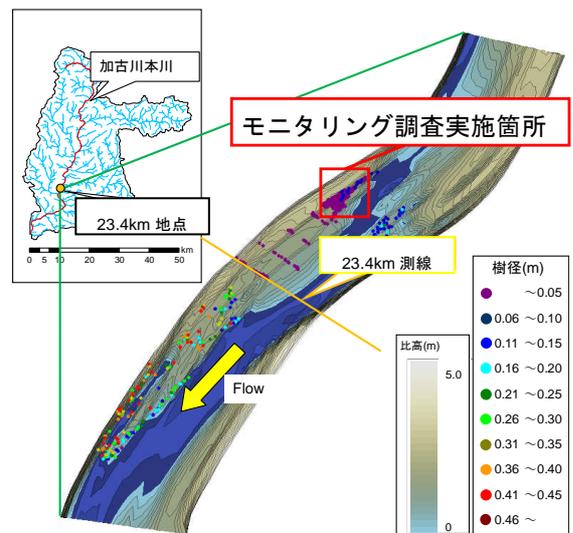


図1 加古川現地観測の概要

この 23.4km 地点のモニタリング結果により時期ごとの成長速度を算定した。図2はその結果を用いて、樹木成長曲線²⁾を時期ごとに引き伸ばし、それらを比較したものである。図にはこれまで用いてきた年平均の成長曲線も併示している。また、ヤナギの成長が停止する時期³⁾についても観測値は若干の成長を示すが、これは測定誤差とみなしゼロ成長とした。図2の11~翌2月がその時期にあたる。図2より、年平均の成長速度曲線と各時期の曲線は大きく異なることがわかる。特に、成長が著しい6~8月では年平均に比べて倍以上の樹木成長がモデル化されており、この時期の成長が消長解析へ少なからず影響することが想定される。

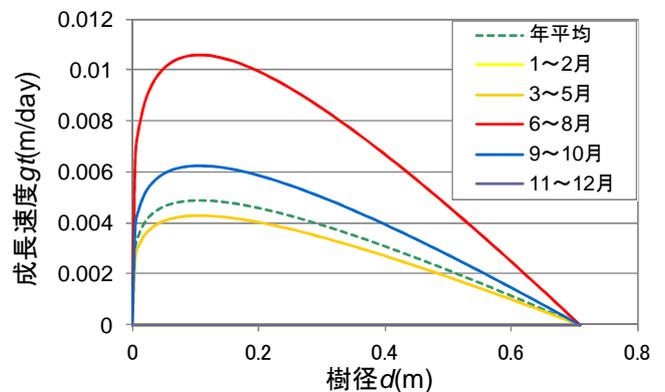


図2 年平均と時期ごとの成長速度の比較

4. 季節性導入による樹林面積の経時変化への影響

図3に成長速度に季節性を導入したモデルと年平均成長によるものの樹林面積割合の比較を示す。ここでは2~4年目における樹林面積の経時変化を示している。図3より季節性考慮あり(赤線)のグラフは一年毎にS字のカーブを呈していることがわかる。これより、季節性を導入したモデルは夏期に大きく成長し冬期に成長しないといった、ヤナギの成長特性がうまくモデルに組み入れられていることが確認される。

5. 樹林消長の確率評価

植生動態モデル^{1,2)}ではショットノイズモデルで生成された流量時系列を用いて樹林消長過程がシミュレーションされる。本報では100年目の樹林面積割合を対象として2000回のモンテカルロシミュレーションを行い、その結果を非超過確率 $P(r)$ により確率評価する。ここでの非超過確率 $P(r)$ は、砂州上に占める樹林面積割合が $r\%$ を超えない確率である。したがって $P(r)$ が大きいほど裸地の傾向、小さいほど樹林地の傾向をあらわす。まず、加古川河口距離23.4km地点におけるモニタリング調査周辺で樹林消長の確率評価を行った。結果を図4に示す。図4(a),(b)の比較より、季節性考慮の有無で解析結果に有意な影響は認められないことが確認される。しかしながら少し詳細に検討すると、季節性を考慮した方が $P(r)$ は系統的に小さく、樹林地の傾向を若干示すことが認められた。これらの結果は19.4、29.0kmといった河道特性のことなる複数地点についても同様であった。

この若干の樹林地傾向は、季節性を考慮した方が出水時期までに樹木成長が進み、出水による樹木の死亡が起きにくくなることに起因すると考えられる。そこで、成長停止期あけの3月から出水期末の9月末までの成長量を季節性有無のべつに算出した。表1に結果を示す。これより季節性考慮有りの方が9月までに樹木がより大きく成長することがわかる。したがって、そのぶん出水に対する抵抗モーメントが大きくなって樹木が死亡しにくくなり、若干ではあるが確率評価に樹林化傾向として反映されたといえる。

6. おわりに

本報では、現地観測によりヤナギの成長に関する季節性を評価した。その季節性を植生動態モデルに導入して消長解析に与える影響を検討した。その結果、若干の樹林化傾向は示すものの、成長速度の季節性導入による消長解析結果への有意な影響は認められなかった。

【参考文献】 1) 木村ら：植生動態モデルとリンクマグニチュードによる河川水系複数河道での樹林化傾向の確率評価，土木学会論文集 B1(水工学)，68(4)，I_727-I_732，2012。 2) 利守ら：河道内の植生動態モデルにおける樹木の成長・死亡・新規参入，土木学会論文集 B1(水工学)，69(4)，I_1363-I_1368，2013。 3) 榎田：樹木の休眠に関する研究，三重大大学生物資源学部演習林報告，24，1-105，2000。

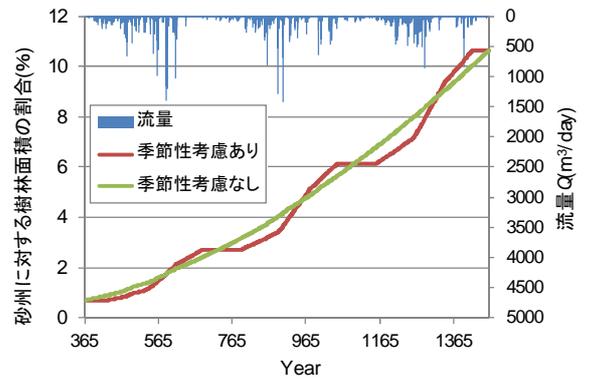
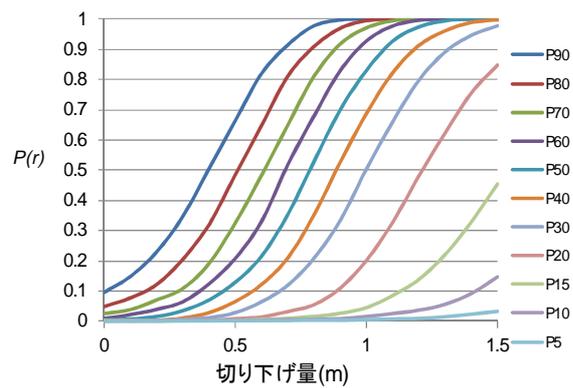
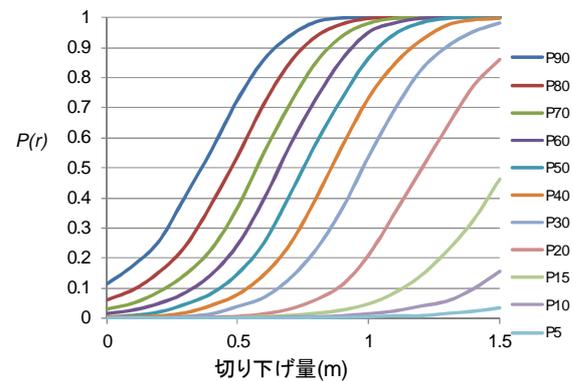


図3 季節性導入による消長解析への影響



(a)季節性考慮有り



(b)季節性考慮無し

図4 23.4km 地点における樹林面積の非超過確率と砂州切下げの関係

表1 成長停止期から出水期末まで(3-9月)の成長量比較

季節性考慮無し	0.91(cm)
季節性考慮有り	1.20(cm)