

河道内樹林化動態モデルに関する基礎的研究

A Study on Modeling of In-channel Woody Vegetation Processes
by the Impact of Morphologic and Hydraulic Characteristics in Alluvial Rivers

島谷幸宏*、李參熙**、萱場祐一***、山本晃一****

By Yukihiro SIMATANI*, Samhee LEE**, Yuichi KAYABA***, Kouichi YAMAMOTO****

Abstract : Wildlife, landscape, aesthetics and other factors including bank stability are affected by riparian woody vegetation. But, trees in levees or In-channels can be create flooding hazards. The emphasis of tree management work in rivers should be on woody vegetation maintenance rather than trees and scrub removal. The forecast of In-channel woody vegetation processes such as germination, growth, competition and demolition is important for tree maintenance. This research attempts to present In-channel woody vegetation processes by the Impact of morphologic and hydraulic characteristics in alluvial rivers, suggesting that the model for forecasting trees and scrub processes could be made.

Keywords : Woody Vegetation Processes Model、Tree management in In-channel、Morphologic and Hydraulic Characteristics

1. 研究の背景

近年、特に扇状地河道で河道内の樹林化が進んでいることが指摘されている。これは河道内の地被状況が刻々変化していることを示しており河川管理上次のような課題が生じる可能性がある。

- ① 河道内粗度の上昇
- ② 河道内の環境の変化、特に生物生息環境の変化

このような状況の中、筆者らは河道内の地被が今後どのように変化して行くのかを予測することが適正に河川管理を行う上で重要であると考えている。しかしながら、河道内植生は洪水による破壊等により極相には至らず、河道内での雨量や日照等の気象環境、水質と栄養分等の河川水質環境、河道部の流水等河道特性による諸水理環境、伐採や砂利採取等の人為的環境に応じて破壊、再生を繰り返しながら時間とともに変化していく。従って、河道内植生の樹林化を定量的に予測することは現在のところ困難なのが実状である。そこで検証もされておらず、きわめてプリミティブであるが、そこで筆者らは従来の樹林化に関する既往の研

* 建設省 土木研究所 河川環境研究室長

** 筑波大学 工学研究科 博士課程

*** 建設省 土木研究所 河川環境研究室 研究員

**** 建設省 土木研究所 研究調整官(併任 筑波大学 教授)

究に基づき河道内樹林化動態モデルを提案する。

2. 河道内樹林化についての従来の知見

2.1 雫石川の研究

萱場ら³⁾は雫石川を対象に1948～1989年にかけての樹林化の実態を明らかにしている。1948年に11.4%であった樹林地は1989年で33.9%へと大きく増加していることを空中写真を用いて示した。萱場らはその原因を次のように述べている。

「① 1948～1976年の樹林化については砂利採取による河床の低下に伴う河道の陸域化が原因と考えられる。

② 1977～1984年は陸域化に伴う樹林化が停止し、出水による樹林地の破壊と生成の収支バランスした現象が見られた。またこの時期は出水の現状に応じた破壊が生じていた。

③ 1977～1984年における樹林化は平常時における水位の低下が樹林地の生成を促したものと考えられるが破壊と生成による詳細なプロセスの解明については今後の検討課題である。」³⁾

萱場らは樹林化は河道変化あるいは水位低下などの水理環境が重要であることを述べている。

2.2 多摩川の研究

浅野⁴⁾は多摩川 52km 地点を対象に空中写真、成長錘、流量データなどを用い樹林化の過程と要因について研究している。それによると植生被覆地は1947年17%が1995年では79%になり、そのうち1995年には植生被覆地の約50%を樹木が占めており高木林の増加は1984年以降起こっていることを示した。浅野はその要因について「一般的に河川植生の森林化は出水頻度の減少にあるといわれている。また、ヤナギ類の更新も同様に言われていた。しかしながら、本調査の結果は多摩川中流域永田橋付近の植生変遷や成立を考える場合、自然的な攪乱よりも洪水時以外の水位と人為的な攪乱とその影響が大きいことを示している」⁴⁾と述べた。「現存する樹林の発生状況と成長期である4～10月の降水量との関係を見てみると、ヤナギ類は生長期間の渇水状況にある年に多く発生する傾向がある。特に社会的に問題となるほどの渇水となった1993年、1994年に発生した樹林のほとんどがヤナギ類であり、ニセアカシアはほとんど発生していない。これは、渇水時に水位が下がることによってヤナギ類の生育適地が広がることに起因するのではないかと考えられる。」⁴⁾という興味深い考察を行なっている。

また、筆者ら²⁾も多摩川を対象に研究を実施し、砂利採取、ダム建設、河床低下及び洪水が樹林化の形成と破壊の要因として重要であると指摘した。

2.3 梓川の研究

松本砂防工事事務所⁶⁾はケショウヤナギを保全しながら梓川の砂防工事を進めるために萌芽幼木の6年に及ぶ追跡調査など非常に綿密なケショウヤナギの調査を行なっている。この報告書の中ではケショウヤナギ群落の成立について次のようにまとめている。

(1) 種子散布及び初期の定着について

「ケショウヤナギの生育について、明神周辺での調査結果から考察すると、本種の特性として、第一に他種に見られない種子供給量と、発芽率の高さがあげられる。種子は綿毛を備えているため風により飛散し、河床の広範囲にきわめて多数の実生を発芽させることができる。しかし年による種子供給量の多少と、発芽する時期が初夏であるため融雪や梅雨による増水で流失する個体が多いことなどにより、定着する個体は年により大きく変動がある。」⁶⁾

(2) 成長過程について

「A. 梓川河畔において流路変化などの地表の攪乱により砂礫裸地が生じた場合、先駆的にケショウヤナギが侵入する。表層は不安定な礫質で土壌は見られず、他種の生育立地としては不適である(発芽後概ね1～3年)。

B. さらに流路変化などの地表の攪乱により、一旦生じたケシヨウヤナギ実生・稚樹群の一部は流されが、比較的安定した立地では生育が進む(同3~5年)。

C. ケシヨウヤナギの生育速度は速く、10年で樹高10m、20年で樹高15m程度に成長する。根系は深さ1m以上に達し、河層の中礫や礫間を利用し地上部を支持する。上層が疎開したような表層には実生・稚樹も見られる。また、エゾヤナギ、オノエヤナギ、オオバヤナギ、ケヤマハンノキ等の生育も見られる(同5~10年)。

D. 成長の進行の応じて土壌の生成が進み、イネ科などの草本が下層に侵入する。一方ケシヨウヤナギの実生・稚樹が見られなくなる(同10~20年)。

E. 土壌の生成はさらに進み、下層はハンゴンソウ、フキ、フッキソウ、クサボンタンなどの草本に混じり、ハルニレ、サワグルミなどの木本の稚樹が侵入する(同20~30年)

F. ハルニレ、サワグルミなどヤナギ類以外の河畔林構成樹種が中高木に見られるようになり、ケシヨウヤナギは高木層に大径木が見られる程度となる(同30~年)。」⁶⁾

以上のように河道内で樹林が成立し、ある程度まとまった樹木群すなわち樹林化する要因としては植物に関する条件として種子散布、発芽条件、成長条件、立地条件、他種との競争などが、また河川工学的な要因としては河床低下、砂利採取、流量変化、降雨などが考えられる。樹林化を予測するためには生物側の情報と河川工学的な情報をリンクさせる必要があると考えられる。

3. 河道内樹林化プロセスについて

3.1 河道内樹林化プロセスの基本的考え方

河道内樹木の動態は遷移と変動が複雑に絡み合ったものと考えられる。構成種の生理・生態学特性と環境条件との対応関係、河川の地形形成プロセスとその動態の解明、水理学的研究が必要である。特に流水による不定期的な物理的な破壊作用と土砂の侵食、運搬、堆積などの作用を受ける河道内樹木は形態や生育形体、更新、再生への様々な適応性を有している。

ここでは河道内の種子散布、樹木への発芽、定着、競争、成長、破壊、再生という河道内樹林化プロセスに基づいた河道内樹林化動態モデルに関して検討する。ここで提案するモデルでは、図1に示すようなある区間をメッシュに区切った一つのセルに対するモデルである。樹種はヤナギ及びニセアカシヤ及びエノキなどをイメージしており、複数の種の競争関係を考慮しようになっている。図2には2章で述べた研究成果を参考に一つのセルの1年間の樹林化プロセスを示した。ここでは、一つのセルに対して樹種ごとに各年度に発芽した樹高を均一になるようなイメージでモデルを構築した。

1年間の計算開始時を発芽の生ずる春とし、初期条件としては、地形の情報、樹種ごとの高さの情報をもっているものとする。まず春になり、対象とする樹種は発芽し始める。発芽が生じるためには、そのセルに種子等が存在することが必要で、まず、セルに種子等が散布されるかどうかを求める必要がある(散布モデル)。

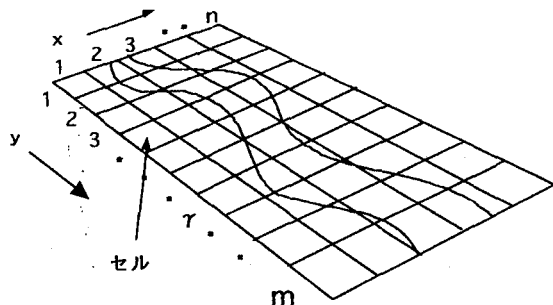


図1 メッシュ化のイメージ

次にそれらの種子が発芽するかどうか、またそれはいつかを求める必要がある(発芽モデル)。次にその発芽した樹木が初期の出水によって流出しないかどうか、他の樹木との競争に負けないかどうかを検討する

必要がある（定着モデル）。

このようにして、定着した樹木は成長モデルへと移行する。また、既に春の時点で成立している樹木は、大きな出水や競争に負けなければ成長を続けると考えられる。このような成長、競争、洪水による破壊をまとめて、成長モデルとして考える。このようにした計算した結果が年度末の地被状況となり、次の年の初期条件となる。

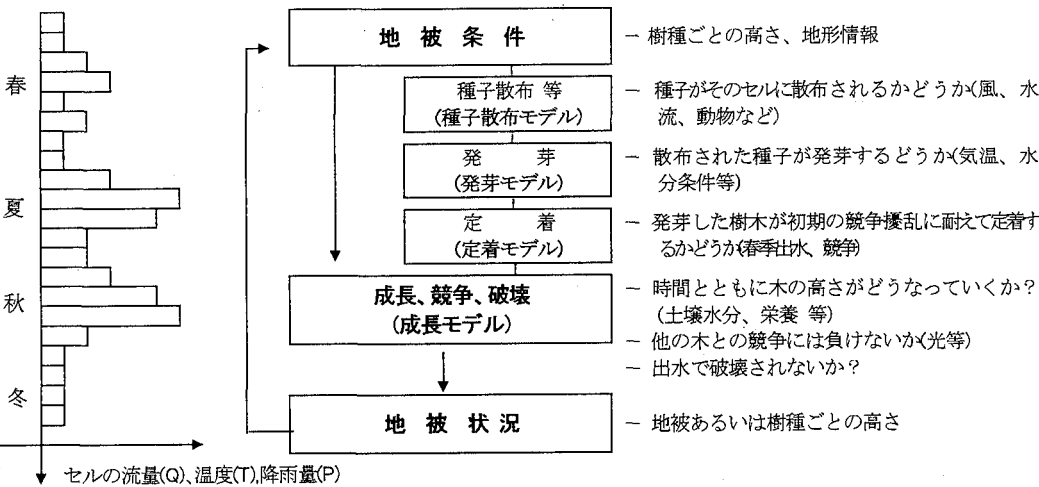


図2 河道内樹林化モデル(1年間)

3.2 種子散布モデル

本モデルは当該セルに種子等が散布されるかどうかを予測するモデルである。種子の散布方式によってその求め方が異なると考えられる。ケショウヤナギのように種子量が多く風による散布の場合には全てのセルに種子が行き渡るし、流れによる散布の場合には種子散布時の流況などが重要になると考えられる。

3.3 発芽モデル

セル内の種子が発芽するためには適切な気象条件と土壌水分条件が特に重要と考えられる。従って、発芽モデルには気温、土壌の水分条件（おそらく水面から比高と雨の条件、土壌の質が支配要因と考えている）が重要な変数になると考えられる。

3.4 定着モデル

ケショウヤナギでみたように発芽した樹木が初期の競争や擾乱に耐えて定着するかどうかは極めて重要である。競争に関しては光の条件が、流失に関しては発芽時の出水が主要因であると考えられる。

3.5 成長モデル

(1) 成長

いったん定着した樹種は破壊に至るまで成長を続ける。樹種の成長に及ぼす要因は陸域地の植生のように樹種の成長力など樹種の内因と土壌条件であるが、一定規模以下の流況とその時期適切な気象条件および他の樹木との競争に支配されると考えられる。

(2) 破壊

洪水や増水が植物に及ぼす作用について石川⁵⁾が整理している。

「① 流水やそれによって運搬される掃流物質による植物体の破壊

② 流水による立地の破壊

③ 掃流物質あるいは浮流物質による植物体の埋没

④ 沈水状態による光合成や呼吸といった植物体の生理的活性に及ぼす悪影響」⁵⁾

①については流水による外力と樹木の倒伏限界力の関係性に基づいた力学モデルによって求めることが可能と考えられる。②は河床変動によって樹林が成立する立地自体が変動する場合と河岸侵食によって立地が破壊する場合が考えられる。③については浮遊砂や掃流砂の移動により植物体自体が埋没する現象について述べていると考えられる。しかし、現在ところ河床変動や砂移動について予測は難しく②③については本モデルでは毎年の地形情報を与えることによって求めるとを前提にして考えている。④については今回は考慮しない。

(3) 競争

競争については成長を阻害するという考え方で整理し、(1)にまとめたモデルとする。

4. おわりに

河道特性による河道内樹林化プロセスに基づいた河道内樹林化動態モデルについて検討し、種子散布モデル、発芽モデル、定着モデル、成長モデルで大枠を構成することができるとを示した。この河道内樹林化モデルは流水という水理環境と植物学的特性に支配される。今後、それらの情報を蓄積し、具体的な検討に入っていく予定である。本モデルは現在の所非常に単純であるが発展の可能性をもっており今後のこの分野の研究の発展の1ステップとなれば幸いである。

謝辞

本研究は建設省、生態研究者よりなる河川生態学術研究会の総合的な調査研究の一環として実施したものである。最後に本モデル構築にあたり助言を下さった横浜国立大学環境科学センター奥田重俊教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) 建設省河川局治水課監修、(財)リバーフロント整備センター編集：河道内の樹木も伐採・植樹のためのガイドライン (案)、山海堂、1994。
- 2) 李参熙、山本晃一、島谷幸宏、萱場祐一：多摩川扇状地河道部の河道内植生分布の変化とその変化要因との関連性、土木学会 環境システム研究、Vol. 24、pp. 26-33、1996。
- 3) 萱場祐一、島谷幸宏：扇状地河川における地被状態の長期変化とその要因に関する基礎的研究、土木学会水理部委員会基礎水理部会、pp. 191-196、1995。
- 4) 浅野文：河川敷の森林化と河川の安定に関する研究、環境部部外研究員研究発表会論文集、建設省土木研究所環境部、1996。
- 5) 奥田重俊、佐々木寧編：河川環境と水辺植物、pp. 125、ソフトサイエンス社、1996。
- 6) 建設省北陸地方建設局、上高地梓川河畔林保全に関する基礎調査、pp. 70、1995。
- 7) 山本晃一：沖積河川学、山海堂、1994。