

VII- 2

伐採による河畔林の樹形特性について

開発土木研究所 ○正会員 坂井 一浩

正会員 渡邊 康玄

石狩川開発建設部 正会員 吉井 厚志

1. はじめに

現在の河川管理における問題の一つに河畔林の伐採がある。自然環境を確保するうえで河畔林は必要不可欠である。しかし、治水安全度の絶対性が特に高まる地域においては、成長過度な樹木の伐採は治水上必要であり、無条件に自然環境を保存、保護を理由に河畔林を放置することは困難な状況にある。さらに伐採による治水安全度の確保は、伐採直後から数年間は効果が維持しなければ、維持管理に費やすコストが嵩む。しかし、河畔林の多くは生命力が強く、驚異的な萌芽能力を持つヤナギ類が多く占めており、闇雲に伐採をしても効果は長続きしない場合が多く見られる。水理計算において河畔林は、断面内の無機質な阻害物として扱われている。実際には、生物である樹木は伐採を含む様々な環境圧を受け成長しているため、その状態は時々刻々と変化している。特に伐採直後の樹木の変化についての知見が不足している。水理計算の精度向上には、水理現象を表す高度な計算手法の研究と共に実河川において生物系条件である樹木の形状変化を取り込む必要がある。さらに、洪水時には防災上、樹木自体の挙動を予測するには樹形変化を含む樹木の状態を把握することが重要である。本論文は、石狩川水系豊平川の河畔林で自然環境に配慮し、成長制御を目的とした試験伐採を実施し、伐採直後のヤナギの樹形変化に着目した調査を実施した結果を報告するものである。



写真-1 豊平川

2. 河畔林伐採の背景

昭和 56 年 5 月 (左)、平成 10 年 8 月 (右)

豊平川はその扇状部に都市が存在し、計画河床勾配が 1 / 150 の河床変動が激しく、洪水時には非常に危険な河川である。昭和 56 年 5 月には写真-1 のように樹木が繁茂していなかった。しかし、洪水時には橋梁の通行止め、河岸の決壊等の災害が発生した。写真-2 は豊平川の昭和 56 年洪水時の流れを撮影したものである。その後、平成元年からこれまでに高水敷に達する洪水を 5 回経験している。平成 10 年に水穂大橋から藻岩橋間の河道にかけヤナギの生育状況を踏査した。低水路内のヤナギの多くは、低水路護岸の根固ブロック上の土砂堆積部に生育していた。さらに平成 11 年 3 月に幌平橋から東橋にかけて実施した河畔林の樹齢調査の浸入過程は次のように推定される。



写真-2 豊平川の昭和 56 年洪水

Field Observation on Growth Characteristic of Pruned Riparian Woodland.

Kazuhiro SAKAYI, Yasuharu WATANABE and Atsushi YOSHII

1) 豊平川は河床変動が激しい河川なので、種子が根付いても安定できる場所がなかった。

2) 図-1の2から3のように洪水時に輸送された土砂が施工された根固ブロック上に堆積する。この頃にヤナギの種子が風散布により侵入する。

3) 低水路河岸は、根固ブロックの効果が十分発揮され強固に守られているので洗掘されない。よって図-1の4のように河床のみが低下し水面が低下す

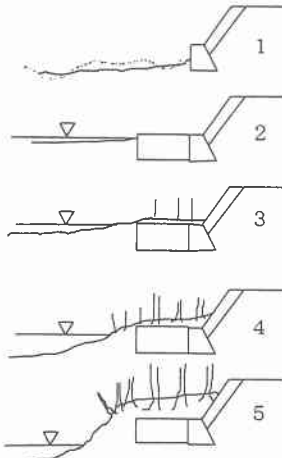


図-1 河畔林の侵入過程模式

る。水面から離れたことで堆積土壌面が安定し、図-1の5のようにヤナギが残ったと思われる。

実際に豊平川は昭和56年洪水後、昭和63年、平成4年、平成10年、平成11年に高水敷まで達する洪水を経験しているが、ヤナギの生育環境は根固ブロックによって保護され、根系部は洪水から守られ、流出せず成長を続けているしかし、河床低下がさらに進んでいる個所では、根固ブロックが写真-3のように露出しており、根固ブロック下部の土砂流出によって根固ブロックが不安定になり、ヤナギ成長基盤である堆積土壌部が破壊される可能性がある。平成11年11月に実施した踏査観察では、写真-4の幌平橋下流右岸ような水際のヤナギ類の転倒が数箇所確認された。

活着した低水路内の樹木は、洪水の流れを妨げ、水位の上昇¹⁾、さらに河岸決壊の要因となり、流木化した河畔林が橋梁の橋脚間に詰まり洪水災害の原因となりうる可能性が高まっていた。これらの理由から治水安全度を確保するため、平成7年3月に伐採を実施した。その際伐採を実施するに至るまでの経緯が十分住民に伝わらず、突然実施された伐採に「自然への配慮がない」と新聞に投書された。この河畔林は、都市部では貴重な自然であり、野鳥の繁殖の場に利用されていた。写真-5に平成8年5月に撮影された伐採後14ヶ月の状況を示す。4年経過して、成長した河畔林を再び伐採する必要が生じ、環境に配慮した試験伐採を実施した。平成11年3月に、今までの経緯を踏まえ、事前に住民説明を行い、環境に配慮した河畔林の試験伐採を次のコンセプトに基づき実施した。伐採は皆伐ではなく、間伐により河畔林が分断することの無いように連続性を確保しながら実施し、ヤナギ以外の良好な木は存置する。自然環境や生態系等に重要な地位を表していると判断される場合は存置する。また、水際のブッシュ及び低木は安定した状態のものを可能な限り残すこととした。写真-7に平成11年3月伐採から5ヶ月後の状況を示す。伐採後は、景観的には写真-6の伐採から39ヶ月経過した平成10年6月の状況と比べても樹木が著しく失ったような印象を与えていない。

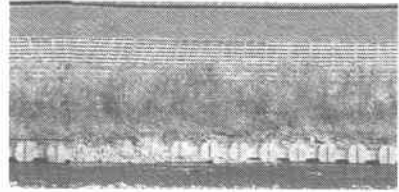


写真-3 根固ブロックの露出



写真-4 転倒したヤナギ類



写真-5 平成7年3月伐採から
(平成8年5月撮影) 14ヶ月後の河畔林



写真一六 平成7年3月伐採から
(平成10年6月撮影) 39ヶ月後



写真一七 平成11年3月伐採から
(平成11年8月撮影) 5ヶ月後

3. 胸高皆伐したヤナギの成長

(1) 伐採方法

平成7年3月に低水路内の成長しすぎた樹高3～4mのヤナギ（ここでは、オノエヤナギ、キヌヤナギ、エゾヤナギ、エゾノカワヤナギ、シロヤナギなどを総称してヤナギという。）を地上1.5mの高さで、東橋から幌平橋までの約4km区間の樹木を伐採した。

(2) 成長回復調査

平成8年5月に伐採後から成長期間として(生育期間を樹液流動期間と見なし概ね5月から10月まで²⁾6ヶ月間を1シーズンとした。)1シーズン経過した樹木の成長調査を豊平橋から南7条大橋まで約500mの区間を実施した。その後平成10年5月に同箇所を3シーズン経過後として再調査した。平成8年調査は、融雪洪水のため低水路護岸寄りの樹木を対象に調査したが、平成10年は、その周辺も調査対象とした。よってサンプル数に違いがある。また、幌平橋上流左岸の平成7年に伐採していないヤナギの樹高もあわせて測定した。調査方法は、トランシットにより切り株位置から新芽のついている最高高までを萌芽高として測定した。図-2に測定結果を示す。河畔林の多くは、エゾノカワヤナギが優占しており、その他にはハンノキやシラカバが数本あった。1シーズンの平均萌芽高は1.8mであった。伐採前の平均樹高は約3.5mであったので、伐採した高さが約2mであることから、1シーズンではほぼ回復したことになる。ハンノキやシラカバもエゾノカワヤナギとほぼ同量の萌芽高が測定された。3シーズン経過後の平均萌芽高は4.4mであった。全体的に上流側の萌芽高が少ないのは、別途設けた、水辺に隣接する植栽試験地で実施したヤナギ埋枝工の成長結果から、地下水位と樹高に強い相関関係³⁾が見られたので、この萌芽成長高も同様に地下水位の影響が及んだものと考えられる。また、昭和56年以後伐採経験の無い幌平橋上流左岸地点の平均的なヤナギの胸高1.5mを控除した樹高(萌芽高相当)は、6.4mであった。伐採経験のある場合と樹高で2.0mの差が生じているが、成長環境が違うことから、伐採による制御効果の定量化は出来なかった。1シーズン目の萌芽高は、伐採前の樹高に迫るほど、成長が著しく、伐採による効果が1年しか得られていない。また、切株からの萌芽が多い樹形の変化が見られた。

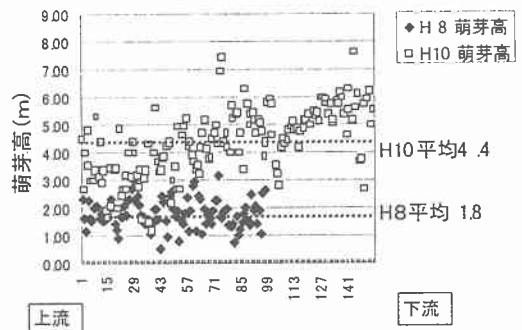


図-2 胸高伐採後の萌芽高

4. 環境に配慮した伐採のヤナギの成長

(1) 調査方法

平成8年、10年の調査から、伐採後の旺盛な萌芽高と切株から発生する萌芽による樹形変化が見られたため、治水安全度を長期間確保し、環境に配慮した効果的な伐採方法の知見とするために、皆伐以外の方法を含めた伐採による樹形変化特性調査を実施した。調査は、平成11年8月23日に実施した萌芽高調査と同じ個所で実施した。伐採前に実施した河畔林測定調査では、ヤナギは、洪水を経験している樹齢10年以内、胸高直径は平均8.15cmの幼木形から成木形であった。河畔林のヤナギは様々な環境圧や伐採の影響を受けて樹形が一定していない。よって今回は直立状態にあつて単幹、双幹（地上胸高で分岐しているもの）、叢生状（根元また土中から

表-2 樹形及び伐採方法の分類

	倒立の状態	幹の状態	伐採位置	伐採方法
	I	II	III	IV
1	 直立	 単幹状	 胸高	 全伐採
2	 倒木	 双幹	 根元	 主幹残し
3		 叢生状	 枝払い	 主幹伐採
4		 曲幹	 未処理	 未処理

表-3 伐採パターン区分

単幹状	双幹	叢生状
A=1-1-1-1	I=1-2-1-1	N=1-3-1-1
B=1-1-1-2	J=1-2-1-2	O=1-3-1-2
C=1-1-1-3	K=1-2-1-3	P=1-3-1-3
D=1-1-2-1	L=1-2-1-4	Q=1-3-2-1
E=1-1-2-2	M=1-2-4-4	R=1-3-2-2
F=1-1-2-3		S=1-3-2-3
G=1-1-3-2		
H=1-1-4-4		

例 O=I-II-III-IV

分岐し根系が共有しているもの)を対象に調査を実施した。胸高での全伐採は、従来からの方法であるが、伐採位置の根元、枝払い及び主幹残し伐採または主幹伐採は環境に配慮した新たな伐採方法である。対象とするヤナギの状態を区分するため表-1に示すとおり倒立、幹の状態、伐採位置、伐採方法についてそれぞれの状態に分類した。表-2は表-3の項目からなる樹木の状態と伐採の組み合わせパターンを示す。アルファベットはパターンを示し、続いて【倒立の状態】-【幹の状態】-【伐採位置】-【伐採方法】の分類を示している。このようにヤナギの状態を分類整理した後に、基本樹形データとして幹本数、径、表皮の状態を、伐採条件データとして伐採方法、位置、量を、萌芽データとして萌芽個所、本数、径、長さ、枝振り、生育条件として伐採履歴、洪水痕跡高、周辺樹木との距離を観測した。

(2) 調査結果

今回の調査では、表-2に示したパターンに基づき、全51サンプルを収集し図-2、3、4、5を求めた。図-2にパターンの集計を示す。パターンRの直立、叢生状、根元で主幹を残した伐採が23サンプルあり、全体の45.0%を占めていた。樹形を集計すると図-3に示すように叢生状が全体の61%、単幹が31%、双幹8%のサンプルが得られた。図-4の伐採方法では、叢生状の樹形の多さに比例し根元からの伐採が多い。図-5の伐採方法は自然環境に配慮し全伐採を控えた結果、主幹を残している。これは、良好な樹木を存置した伐採方法による偏りのためである。図-6には伐採本数を既存本数で割った伐採率を示した。単幹は枝払い以外は全失するので伐採率が高く、双幹は主幹をなるべく残したので伐採率は低く、叢生状は双幹と同様に主幹は残すが伐採する幹数が多い分伐採率は高くなった。図-7に樹形別に萌芽本数として1切株当りの平均本数を求めた。叢生状から8.0本と多く萌芽しており、単幹は5.6本、双幹は2.8本と少なくなる傾向が見られる。これは、叢生状は複数の幹が根元から伐採されると多く萌芽し、単幹状は主幹の伐採となり、双幹状は主幹を残す伐採となるため単幹状より萌芽本数が少なくなるためと考えられる。伐採位置と萌芽本数の関係は、図-8に示す通り根元からの伐採の萌芽本数が多かった。図-9に示す伐採と枝払いの違いからの萌芽本数は、枝払いからは伐採のような多量の萌芽は確認されなかった。伐採高による萌芽本数には関係が見られなかった。萌芽量を比較するため、平均的な直径、延長、本数から枝を円錐柱として体積

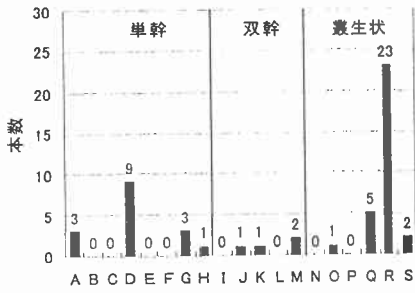


図-2 伐採パターン区分集計

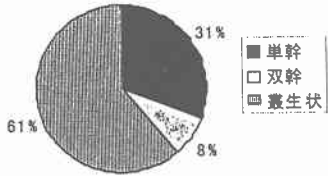


図-3 樹形集計

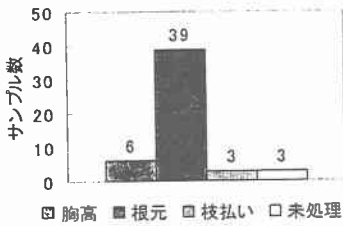


図-4 伐採位置集計

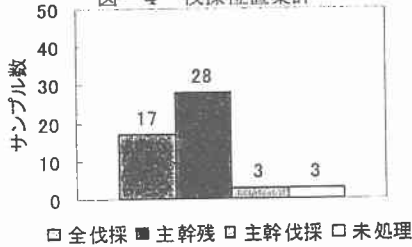


図-5 伐採方法集計

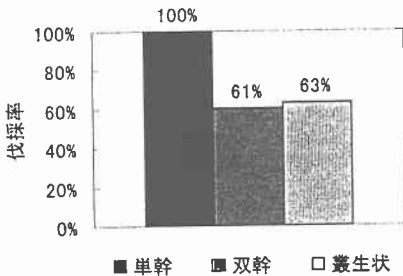


図-6 樹形別伐採率

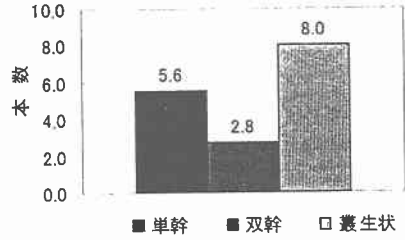


図-7 1切株当りの萌芽本数

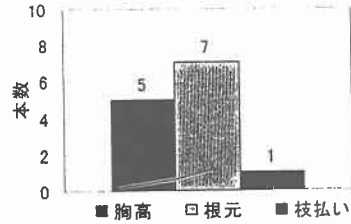


図-8 伐採位置と幹1本当りの萌芽本数

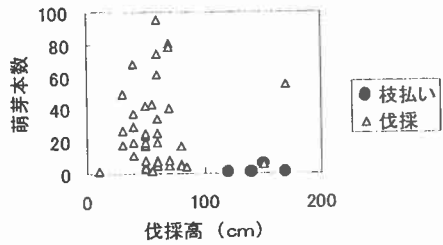
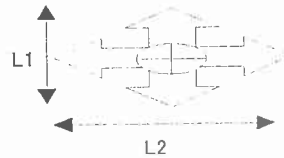


図-9 伐採高と萌芽本数の関係



$$V=(l_1 \times l_2)/2$$

図-10 空間面積の算出

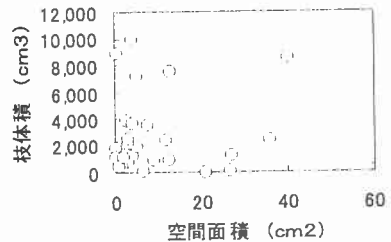


図-11 叢生状の空間面積と枝体積の関

を求めた。また、周辺樹木との接する距離から空間面積を求めた。空間面積の算出方法の模式図を図-10に示す。図-11に萌芽枝の体積と各樹木の支配している面積との関係を示したものである。空間面積は、隣接する樹木との密度を表し、日射の受光にも影響する。叢生状からは、空間面積が過密なほど枝体積が大き

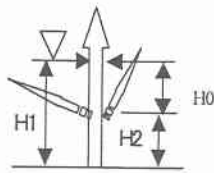


図-12 浸水深 $H_0 = H_1 - H_2$

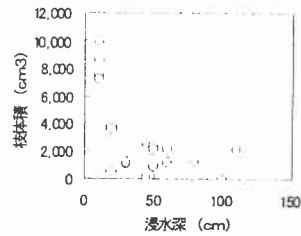


図-13 叢生状の浸水深と枝体積の関係

く、空間があるほど枝体積が少ない傾向が見られる。しかし、空間面積が大きく枝体積も大きい結果も存在する。これは、空間面積が充分でなくとも成長に必要な好条件が整えば、旺盛に成長する能力を持っていること表している。図-12の模式図に示すとおり洪水痕跡高から萌芽高を差し引き浸水深を求めた。図-13に示すように萌芽位置と枝体積の関係を見ると、浸水深が深いほど枝体積が減少する傾向が見られた。

5. おわりに

平成8年に実施した胸高伐採の成長調査から、伐採前の樹高に1シーズンで萌芽枝が回復した結果からもヤナギの萌芽能力の高さは確認できたが、今回の調査結果からは主幹伐採及び主幹残し伐採による萌芽枝からは元の樹高に達するほどの萌芽成長量はなかった。前回との違いは、自然環境に配慮した形で、皆伐を避け、幹を残した点である。既存の幹を残す事で、光合成に必要な葉を確保していたので、成長に必要な炭素の補給を全て萌芽枝に頼る必要がなく、必要な量に応じる分だけ、萌芽したのではないかと考えられた。治水安全度を確保する目的も、萌芽高の低下により達成された。しかし、今回の調査結果は、伐採直後であるため今後の成長は様々な環境圧を受け、多様な変化が予測されるので、観測の継続が重要である。さらに他の河川では、表皮がコルク化しているヤナギを伐採したところ萌芽枝が極端に少なく、枝を持つのに3シーズンかかったケースもある。これは豊平川のヤナギのようにコルク化していない表皮の樹木は、比較的細い樹木であり、木の肌の色も緑色を保っている。緑色の表皮は、形成層が分化して二次組織をつくるにも関わらず、形成層より外側の部分が形成層の活動に合わせてある程度の細胞の分裂と成長を行っているからと言われている。このような樹木を伐採した場合の萌芽枝は、通常葉腋から定芽が生じるところが、葉腋以外からの不定芽が萌芽枝になりやすいと考えられている。そのため死細胞であるコルク層を持つヤナギは不定芽の発生も少なく萌芽枝が少なくなる場合もあると思われる。よって、すべてのヤナギに対し闇雲に萌芽を期待することは出来ない。今回は伐採直後の特徴を捉えた。今後は、さらに成長の長期観測が必要であり、その変化特性を数理計算の知見とするため、如何に定量化するかが課題である。

参考文献

- 1) 佐藤耕治、渡邊康玄、坂井一浩：精進川の洪水時における植生の影響、第42回 北海道開発局技術研究発表会概要集(1), p. 147~152, 1998
- 2) 原田泰：森林気象学、朝倉書店、昭和26年
- 3) 石狩川開発建設部：千歳川放水路環境林植栽試験調査検討業務報告書、平成5年度