

## 1. はじめに

今や河道内の樹木の存在を無視した河川計画や改修工事はあり得ない状況となっている。それに伴い、樹木を考慮した流れの計算手法や管理方法に関する研究なども盛んに行われている。その一方で、こうした研究成果を実際の洪水時データによって検証することは、観測の困難さという事情もあってほとんど行われていない。

本研究は、洪水が樹木群のある河道空間に残した痕跡を調査し、そこから洪水時に発生した現象を推定したものである。事例として、平成9年8月に鵜川で発生した洪水を取り上げた。このときの洪水は、鵜川橋観測所で19時間にわたって警戒水位を上回る規模となり、高水敷上の樹木は場所によって2m以上も冠水した。

## 2. 研究方法

昨年度、鵜川において河畔林の詳細な構造を調査するため、直轄管理区間42kmの全川にわたって10箇所の帯状区を設定している<sup>1)</sup>。この帯状区の中から、本年8月に発生した洪水によって、樹木の倒伏や土砂の堆積などの明確な洪水痕跡が確認された4箇所を抽出し、その痕跡を詳細に調査・分析した。

このときの洪水は、8月9日～10日にかけて北海道付近に発達した前線と台風11号による大雨（鵜川流域平均雨量135mm）によって発生したもので、鵜川観測所地点のピーク流量は1,000m<sup>3</sup>/sを超え近年では平成4年以来の洪水規模となった。

今回報告する調査箇所名「L2」は、KP19.4左岸に位置する高水敷の水際部に沿って形成された樹木群で、ここに、水際から河道の横断方向に60m、上下流方向に60mの方形調査区を設け、それぞれ5m間隔の調査メッシュ上で以下の項目を調査した。

- 1) 洪水流方向角：樹木や下草の倒伏方向、ゴミの付着方向から洪水流の流下方向を読みとった。
- 2) 洪水流強度：樹木や下草の倒伏程度から洪水流の流れの強さを読みとった。
- 3) 堆積厚：堆積物の厚さを計測した。
- 4) 堆積物粒度：目視により堆積物中に占める砂とシルトの比率を読みとった。
- 5) 冠水深：ゴミの付着高さを調べ、洪水時最高水深を推定した。

## 3. 調査地概要

調査地点の河道は、図-1に示すように調査地点を含む下流区間で右岸側に約90度湾曲しており、蛇行部内岸側には大きな砂州が形成されている。また、調査地点の直上流部でも小規模な左湾曲が見られることから、本調査地点は洪水発生時には左岸

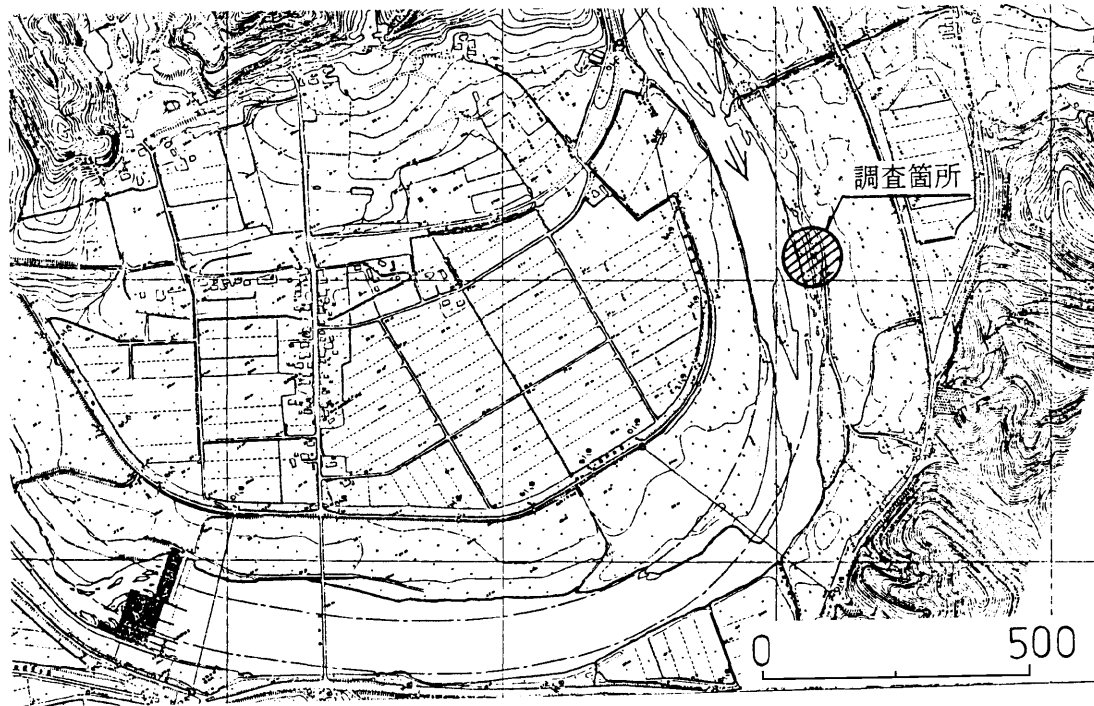


図-1 調査箇所

側に流心がシフトしてながら河岸樹木群に乗り上げるような流れが生ずる区間であると思われる。また、樹木群の背後の高水敷は幅がおよそ 200m あり、上下流の約 2km にわたって一連の採草地になっている。

樹木群は樹高が 7~10m、胸高直径が 7~12cm のヤナギ群落であり、樹木密度は平均して 0.83 本/m<sup>2</sup> と比較的樹齢の若い樹木がかなり込み入った状態で繁茂している。

#### 4. 洪水時の樹木群内の現象

##### 4. 1 樹木群内の流れ

図-2 に調査地の樹木側面図と、洪水痕跡から推定した水位を示す。本調査地の高水敷高は測量調査を実施した 9 月時点の水面から約 1~2m 程度であり、全体的に起伏のない平坦な地形を呈している。樹木は場所によりかなり激しく倒伏しており、幹や枝に残されたゴミ等から推定された洪水時の最高水位は 25.8m で、これから樹木群の冠水深は 2~3m 程度であったと思われる。

また、樹木や下草等の倒伏状態から流れの強さを

- 1) 強度 4 : 下草が完全に倒れ、かつ周辺木も傾斜している
- 2) 強度 3 : 下草がほとんど倒れている
- 3) 強度 2 : 下草が傾斜している
- 4) 強度 1 : 流水方向が判別できる

の 4 段階にランク分けし、草等の倒れの方向とともに 5m メッシュ毎に記録した。さらに、周辺樹木を樹高や胸高直径から同齢とみなせるグループに分け、できるだけ詳細に分布位置をスケッチし、図-3 にその結果を示した。なお、図中のアルファベッ

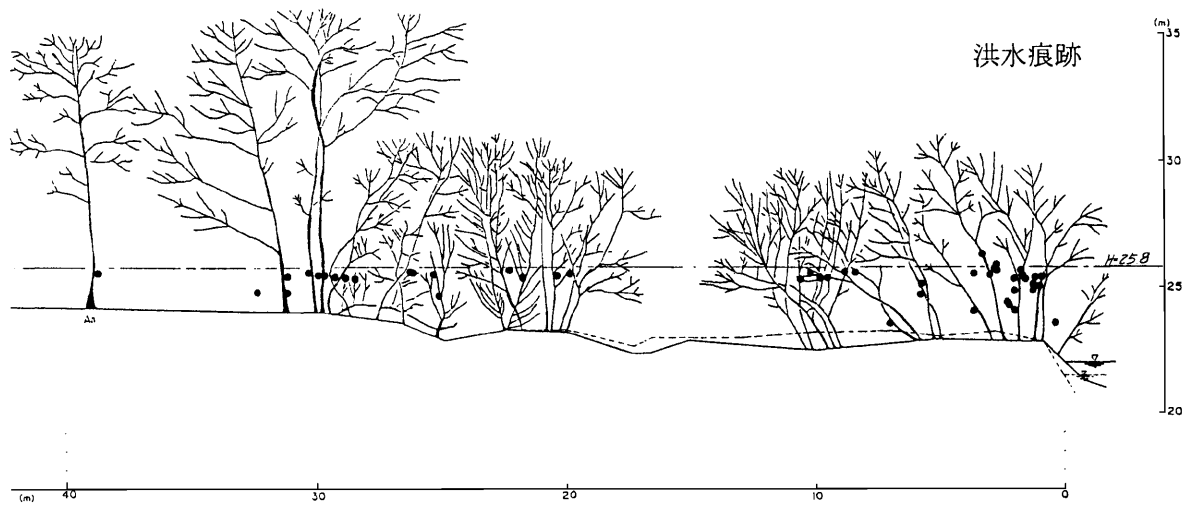


図-2 冠水位と洪水痕跡

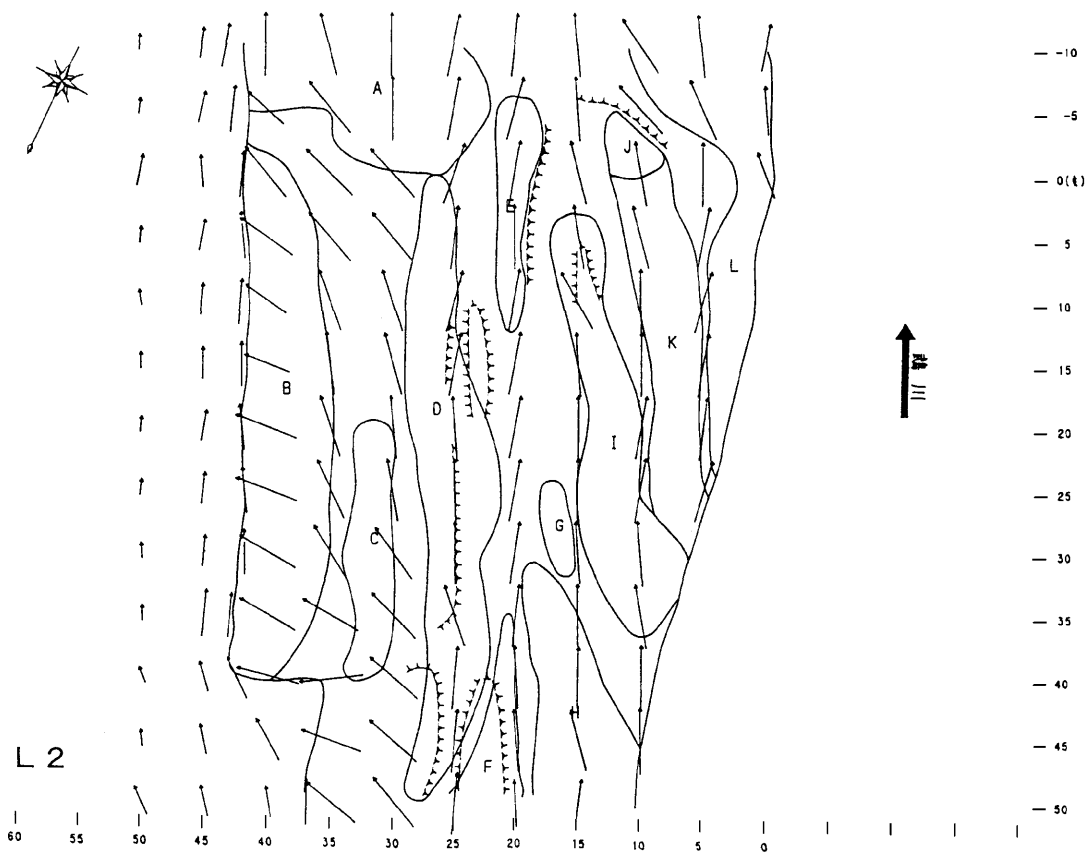


図-3 樹木群内の流向

トは樹木群のグループを、矢印の長さは流れ強度の大小を表している。

これによると、樹木群内の流れは縦断測線 No.25 付近まではほぼ低水路の流れ方向（図中右側の太い矢印）と一致しているが、それより堤防側では図-2にみえる比高 1m 程度の段差を乗り越えるようにして流向を大きく左岸側に転じている。この際流れの強さはほとんど弱まらずに樹木群を通過していることが、林縁部の樹木が激し

く林外側に倒伏していることで確認されている。この流れは樹木群を抜けた直後に、急に向きを樹木群に沿うように転じている。また、林外の下草の倒伏状態から樹木群を抜けた後の流れはかなり弱かったのではないかと推定されている。

#### 4. 2 樹木群内の土砂堆積

調査地 L2 における洪水前後の地盤高変化を図-4に示す。横断面の位置は図-3における横断測線 No.0 である。昨年度の調査においてこの測線上の横断測量と樹木毎の傾斜角度を計測しており、今回の洪水後の変化を比較することができた。

まず地盤高の変化についてみると、測線 No.20 付近より水際部では 0.2～

0.5m 程度の堆積が生じている。これより左岸方向については地盤高が比高差にして約 0.5m 高くなっているが、この区間での堆積は見られない。

また、樹木の傾斜角度の変化を比較した図-5では、54本中21本について洪水流により傾きが変化している。図中の矢印は傾斜角度が増加した方向を表し、長さは変化の程度を表している。変化の小さいもので5度、大きなものでは70度も変化している。変化の方向では、測線 No.5～10の区間の樹木が図-3に示した流れの方向と一致しており、この部分の強い流れに影響されたことがわかる。一方、測線 No.0 付近と No.20 より左岸堤防側の樹木については流れの方向と必ずしも一致していない。水際近傍の樹木の傾斜については、他の調査箇所でも認められたことであるが、低水路方向に傾斜しているものがある。これは、樹木群内の流れとは別に低水路部分を流下する速い流れに水際部の樹木の枝が巻き込まれてしまうためではないかと考える。事実、他の調査地において、高水敷の冠水深が 0.5m 程度であるにもかかわらず、水際の樹木が高さ 2m ほどのところから捨りきられるようにして損傷している例を確

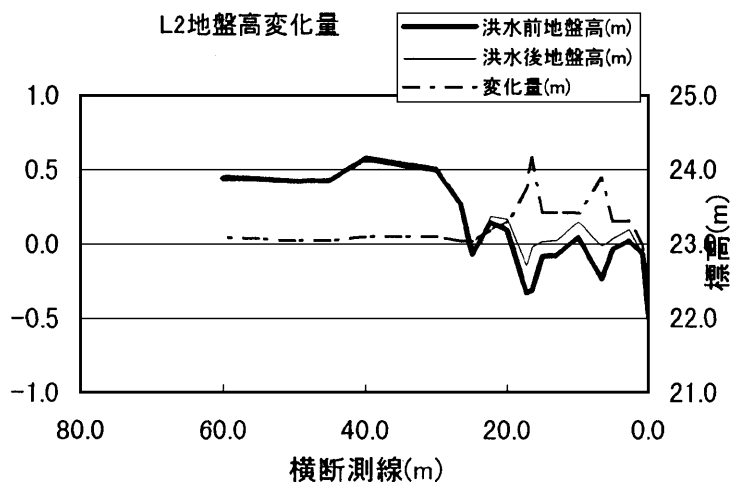


図-4 洪水前後の地盤高変化

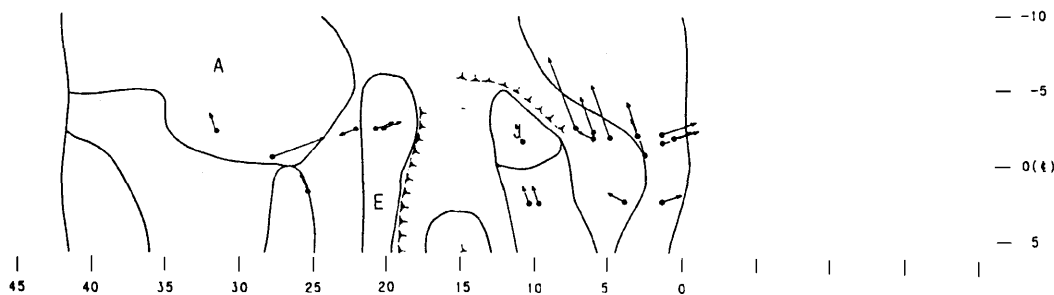


図-5 樹木の傾斜角度変化

認している。

樹木群の密度を単位面積当たりの本数（本数密度：本/m<sup>2</sup>）で表したのが図-6である。樹木群内に3箇所、密度の非常に小さい部分が認められ、樹木群内の流れは主にこの低密度部分を主流線としているようである。樹木の倒伏もこの部分の周辺で激しかった。

つぎに土砂の堆積状況を図-7に示す。堆積厚は埋没している樹木や下草の根系部が確認されるまで堆積土を掘り、その厚さを計測することにより求めている。樹木群内での土砂堆積は一様ではなく、縦断測線 No.15 に沿って集中して堆積する傾向が見られる。この位置は図-6の樹木密度の低い部分の直上流側にある樹木密度の高い箇所であることから、洪水流が低水路から樹木群内に侵入したときに急激な抵抗を受け、土砂運搬能力が急減したために発生したと考えられる。さらに堆積した土砂について砂とシルトの構成比を調べた（図-8）。ここで、図中のパーセンテージは砂の含有率を表示している。堆積物の組成は低水

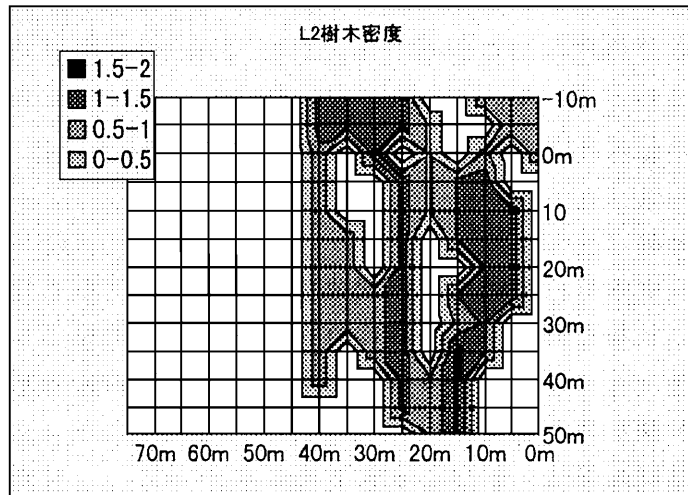


図-6 樹木密度分布

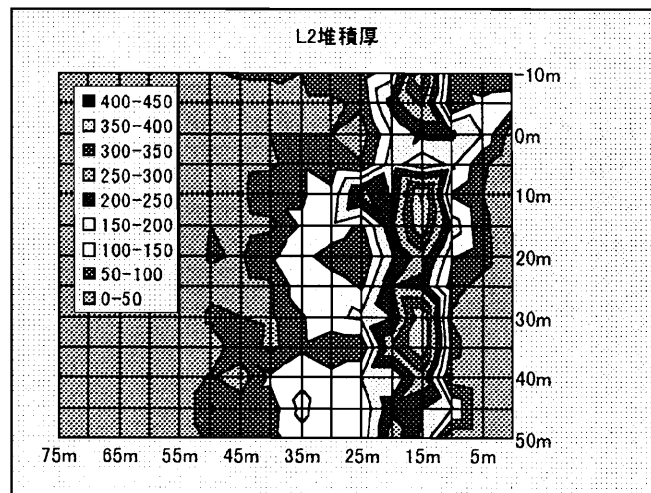


図-7 堆積厚

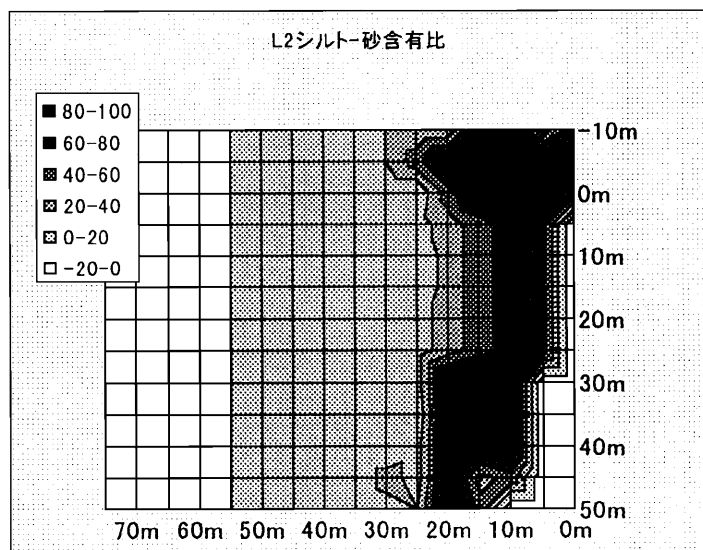


図-8 堆積物中のシルトと砂の比率

路側に近いほど砂の比率が大きく、林縁部ではほとんど砂分だけが堆積している。しかし、砂分の堆積はたかだか樹木群を 20m 程度内側に入っただけで急激にシルト分に置き換わっている。このように、樹木群内部では浮遊砂分の沈降作用とともに、強いふるい分け作用が働いていることがわかった。

## 5. まとめ

今回、樹木群内での流れの状態やそれによって引き起こされる現象について、実洪水直後の状態を調査する機会に恵まれた。そして幾つかの興味深い現象を確認することができ、とくに土砂の堆積・ふるい分け機能が樹木群内の限定的な場所で働いていることが確かめられた。

河川環境の保全・創出を意識したこれからの河川管理においては、こうした樹木群の特徴的な振る舞いを一つ一つ確認した上で、その特性を生かした計画論、技術論を構築していく必要がある。今後さらに重要性を増す研究分野であると考えている。

---

## 参考文献

- 1) 船木淳悟；河道内植生の履歴に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集、第 53 号(B)、1997 年 2 月