

## II-25 河道内植生の履歴に関する考察

開発土木研究所河川研究室 正員 船木 淳悟

### 1. はじめに

近年、河道内に樹木の存在を許容した河川改修が行われるようになったことで、樹木が流水や河道変化に及ぼす影響の評価、樹木の管理計画のための技術、知見等が求められるようになってきた。これに対し河道内樹木に関する研究はここ10年ほどの間に注目されるようになった新しい分野であることもあって、その研究はもっぱら理論や実験を主な手法とした流水抵抗や浮遊砂輸送、河床変動といった河川水理学的テーマに集中している。

こうした理由については、樹木を含む場の水理現象そのものが未解明な部分を多く残していることによるが、一方で樹木を有する実河川における洪水時の現地観測が非常に困難なことも原因の一つである。洪水時に生起している現象を調査する手法としては、通常行われている流量観測や空中写真撮影による流向・流速解析のほか、無人ボート<sup>3)</sup>やビデオカメラを用いた洪水流観測<sup>3)</sup>などが研究されている。これらの手法は洪水流の特性や河床変動といった現象そのものをとらえる上では有効であるが、樹木群の周辺や内部において相互的に発生している現象に対しては限界がある。さらに、いずれも現象に対しリアルタイムで観測する必要がある。

本研究は樹木自体が過去の洪水痕跡や河道変化等の履歴情報を有している点に着目し、上記のような観測方法によらない野外調査法を開発し、さらにこの手法を用いて洪水流中の樹木の挙動や河道変化と樹木との相互関係を明らかにすることで、樹木を有する河道計画や管理計画に資することを目的とする。本年度はこの一連の研究の出発点として、実河川における樹木の痕跡の抽出を試みたのでここに報告するものである。

### 2. 研究方法

砂防学の新分野では渓床堆積地上に形成された樹木に対し、樹木年代学による手法を用いて堆積地の形成時期や規模を推定する手法が提案されている<sup>4)</sup>。すなわち洪水の発生や河道の変動といった過去の現象が時間情報として年輪に刻み込まれていることを応用し、その空間の変動履歴をたどろうというものである。

本研究では、この樹木年代学的手法を中下流河川における河道内樹木群に適用し、樹木群としての分布やその変化と洪水流との相互関係、個々の樹木に対する流水の影響、樹木の存在の有無と河道変化との関係等について検討していく。

樹木に残されている洪水の痕跡には次のようなものがある。

- 1) 天然性同齢林分～洪水によって新たな堆積地が形成されたり、あるいは洗掘によってそれまでの地味が剥き取られることによって生じた裸地に、一斉に樹木が侵入することによって形成された樹木群。
- 2) 不定根～樹木が生長している段階で新たな堆積があったときに、新しい堆積面直下に形成される根。
- 3) 傾斜～流水の外力や堆積地の洗掘によって傾斜し、次のような痕跡が残る。
  - ①アテ：傾斜した樹木が成長の過程で起きあがろうとすることによって、年輪に残された変色部分。
  - ②上伸枝：傾いた樹幹から上方に伸びる新しい枝。
- 4) 萌芽～折れた樹幹から新たに伸張した枝。

---

A study on Traces of Flood on Vegetation  
by Jungo FUNAKI

5) 傷～流下物によって樹木についた傷で、次のような種類がある。

- ①枝折れ
- ②幹割れ・巻き込み

このような樹木上の痕跡と洪水時の流れや河道変化は図-2のように関連づけることができる。

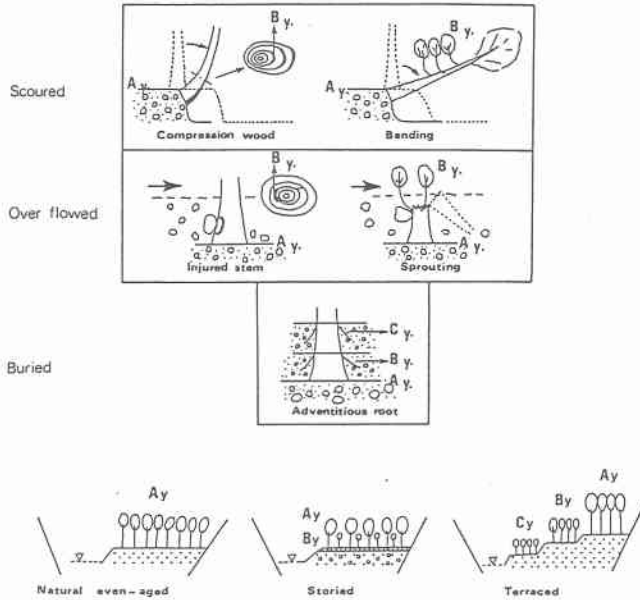


図-1 樹木の痕跡イメージ (新谷, 1972)

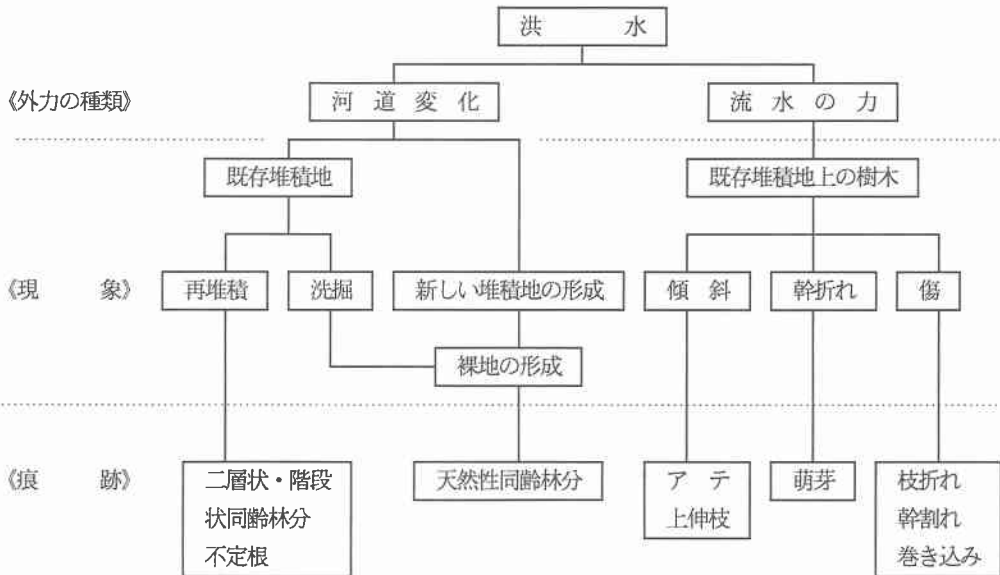


図-2 洪水時の現象と樹木痕跡との関係

### 3. 現地調査

現地調査を行った鶴川は、幹川流路長 135km の一級河川である。高水敷は一部放牧や採草地として利用されているが、天然性の樹木群が河道内に豊富に繁茂しており、河道維持のための伐開は 1992 年まで小規模に実施されていたが現在は全く行われていない。一方、鶴川では 1992 年 8 月に、1955 年に観測を開始して以来最大の洪水が発生しており、多くの河道内樹木がダメージを受けた経緯がある。以上のことから、鶴川は本研究を行うための条件が非常によく整っている河川といえる。

調査は河口から上流 42km までの区間全域を対象にして実施した。まず、1992 年の洪水を挟む 1983 年と 1993 年に撮影された空中写真を比較して樹木群の分布変化を把握した。次に調査区間を全川にわたって踏査し、樹齡、樹高、胸高直径、林種を概略的に把握した。

また、樹木群の中から河道の拡幅部、直線部、湾曲部、橋梁の前後等条件の異なる場所を 10 箇所抽出し、带状区調査を行った。調査区画は河道の横断方向に幅 15m をとり、樹木群が分布する範囲を網羅するよう設定した。带状区内の樹木については、一本毎に位置（座標）、樹種、樹高、胸高直径、幹の傾斜角と方向、傷の形態と位置、萌芽の部位と本数、および樹木に付着しているゴミの位置について詳しく調査した。また、各带状区につき樹木を一本選び、不定根の状態についても調査した。

今回の調査では、樹齡については詳しい年輪解析を行わず、胸高直径と樹齡との関係式から推定したものである。

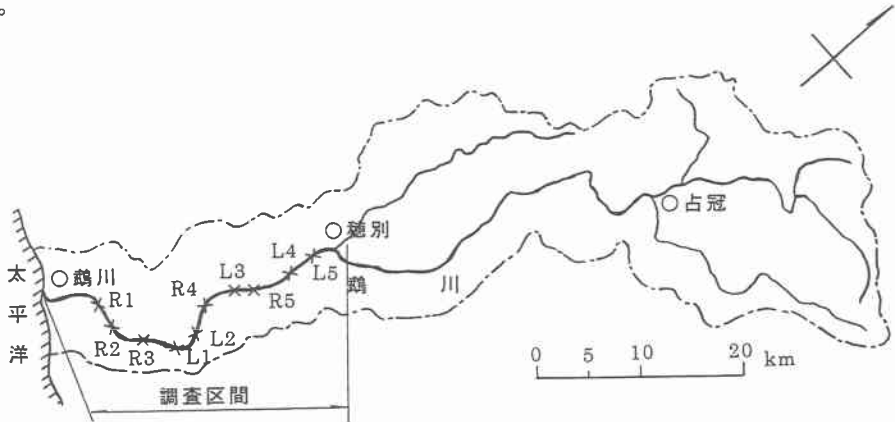


図-3 調査箇所

### 4. 鶴川における過去の出水と樹木痕跡

#### 4-1. 樹木群の分布と樹齡構成

過去最も規模が大きかった洪水は 1992 年 8 月に発生したもので、鶴川観測所において約 3,000m/s を記録した。このほか近年では 1975 年（既往第 2 位）と 1981 年（同第 5 位：いずれも鶴川観測所）に発生しているほか、1962～66 年にかけても洪水が発生している。したがって、これらの洪水の痕跡が樹木に残されているとすれば、同齡林の樹齡が概ね 30 年、20 年、15 年、および 4 年程度とな

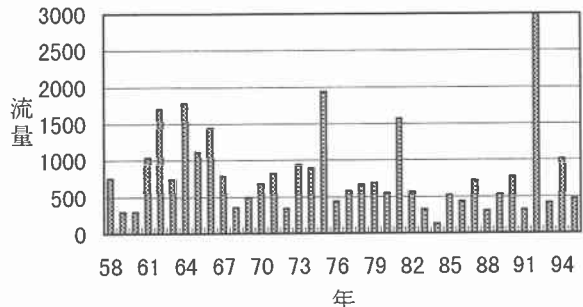


図-4 鶴川観測所の年最大流量

っているはずである。また、傷や萌芽の年輪を計測すれば、概ね上記の年数だけ遡ることができると思われる。

図-5に樹齢別面積比を示す。鶴川の河道内樹木群は20年以下のもので大半を占めていること、各5年刻みでみると5年以下の構成比が2%と極端に低く他はほとんど同じ比率を占めていることがわかった。20年以下のものが多かったことから、鶴川における現在の河道内樹木の形成には1975年の洪水が大きく関与した可能性が考えられる。

すなわちそれ以前の樹木は1975年の洪水によって著しくダメージを受けたか、あるいはこの洪水によって形成された砂州上に生育した樹木が現在まで残っているのではないかということである。一方、既往最大洪水である1992年以降に形成された樹木が非常に少なかった理由としては、この洪水によって既存植生を破壊し裸地化した部分の植生回復がまだ進んでいないことが考えられる。このことは、前述の2ヶ年の空中写真を比較した結果、1983年の写真で確認されている低水路沿いや砂州上の植生が1993年時点で消失しているケースが多くみられること、あるいは前者では流路部分であったところが後者では砂州に変化し、樹木の侵入が始まっているケースが確認されていることから言える(図-6参照)。ただし、以上の考察は大まかに推定した樹木群の樹齢をもとに行ったものであり、次回は年輪解析を数多く行い、正確な樹齢を把握することが必要である。

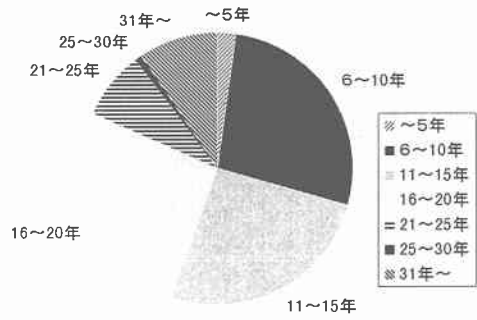


図-5 樹齢別面積

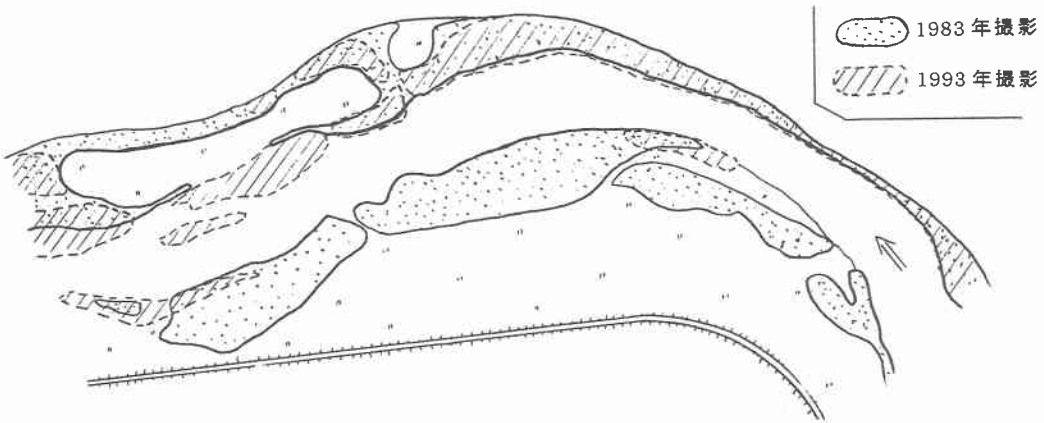


図-6 樹木の分布変化 (KP16 付近: 1983年-1993年)

#### 4-2. 帯状区調査結果

図-7は帯状区(R4)における樹木の状態と痕跡の位置を示したものである。この帯状区は河口から約20km上流に位置し、左岸方向に向かって河道が緩やかに湾曲している箇所右岸側に選定した。樹齢は概ね16年程度、樹木群の代表的な樹高は約10mである。したがってこの帯状区の樹木群は1975年の洪水以降に形成されたものと考えられ、樹木痕跡は1981年、1992年のいずれかもしくは両方の洪水によって残されたものである。

図をよく見ると、1981年の痕跡水位より高い位置にも樹木痕跡が確認されており、単純に考えればこれらは1992年の洪水によるものとなるのだが、断定すべきではない。理由としては、痕跡水位そのものが河道縦断的に断続的なデータを補完して求めているという不確実性にもよる。しかし、この調査箇所が湾曲部の

外岸側であること、さらに右岸が山付きで道路構造物兼用の垂直擁壁で右岸が固定されていることを考慮すれば、その水面形は決してフラットであったとは断定できない。

また、水際部分の樹木に注目してみるとほとんどの樹木が河道の中央寄りに傾斜している。この傾斜は河道の流下方向とは約 45~90 度捻れた方向である。河道内の樹木を一定方向に傾斜させるような力が働く要因としては流水の他に風、雪圧等が考えられるが、この場所の条件を考慮した場合流水以外の可能性は極めて薄いと考えるがよい。したがって、洪水時にはこのように樹木を流心方向とは異なる方向に傾斜させる力が働いていたことが考えられる。

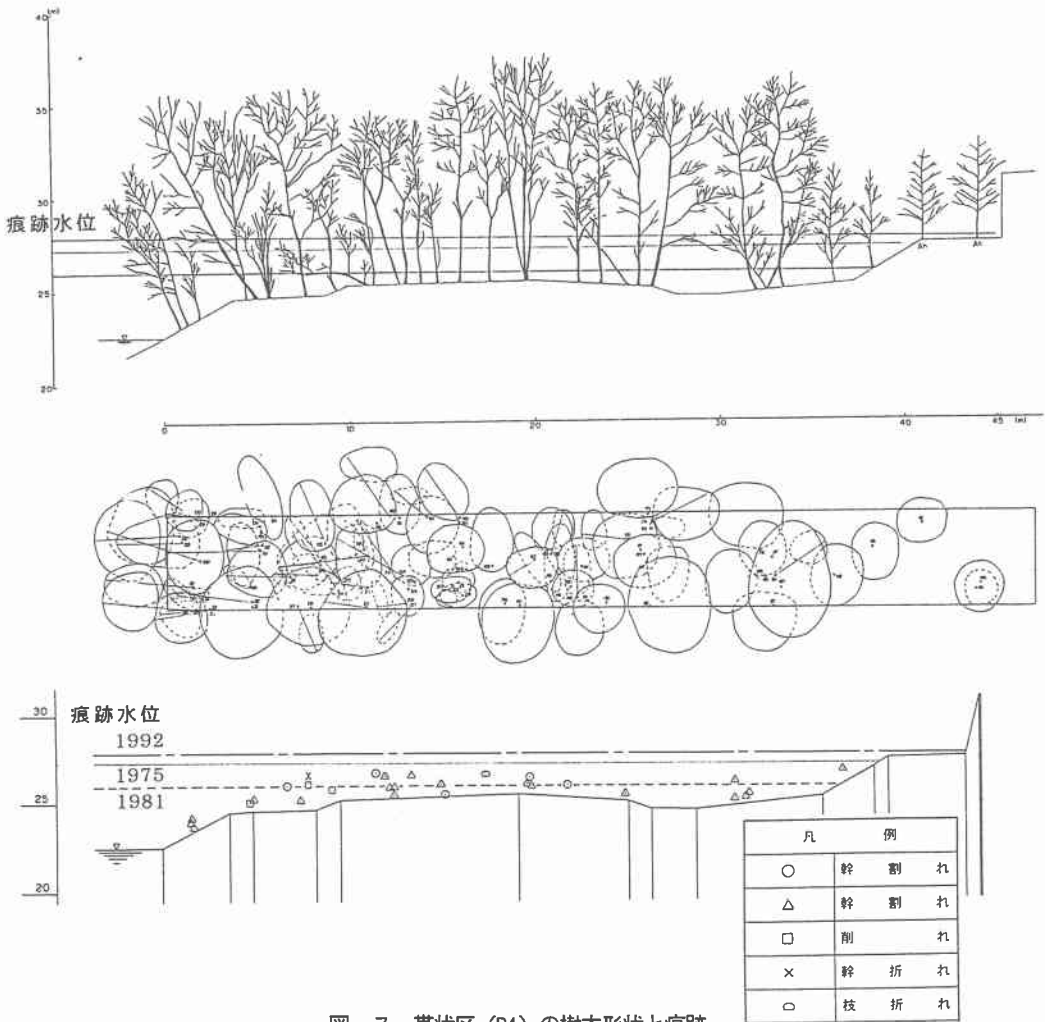


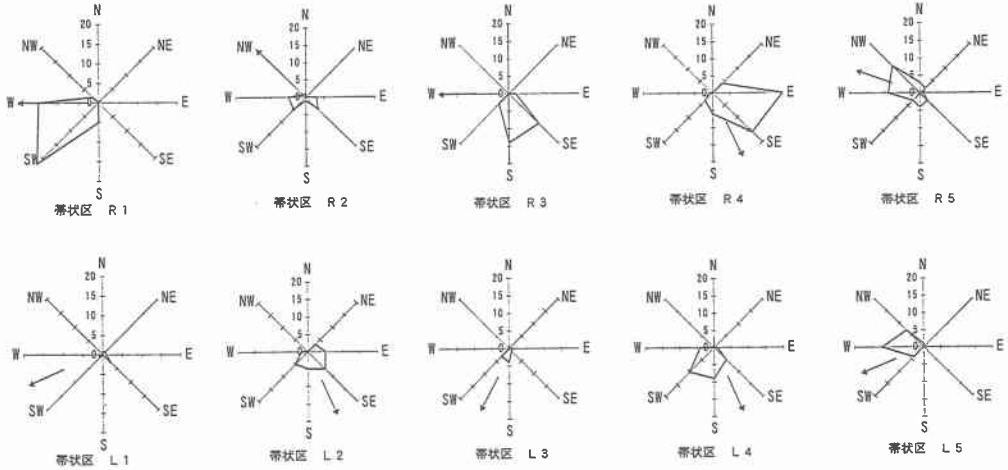
図-7 帯状区 (R4) の樹木形状と痕跡

そこで 10 箇所の帯状区で確認された傾斜木について、方向別頻度と河道の流心方向の関係を調べた。帯状区の位置を河道線形等の特徴から区分すると以下のとおりである。

- (1) 水衝部で堤防接近箇所~R1、R3、R4、L1
- (2) 直線箇所~R5、L2、L3、L5
- (3) 橋の上流、あるいは下流~R2、L4

湾曲外岸側や拡幅区間から狭窄区間に移行する水衝部で、かつすぐ背後が堤防等になっている R1、R3、

R4 は傾斜方向が強い内向きになっていることから洪水時にはかなり強い2次流（反射流）が発生していたことが推定できる。また橋梁接近箇所 R2、L4 では傾斜方向が一様でなく、洪水流にも大きな乱流が生じていたと考えられる。これに対し R5、L2、L3、L5 といった直線箇所では傾斜方向が概ね流心方向と一致していることがわかった。



図一八 帯状区調査樹木の傾斜方向

## 5. 結論

本報では樹木群を擁する河道において洪水中に発生している現象を、樹木年代学的手法を用いて解明する手法について検討を行った。その結果、過去の洪水の現象が痕跡となって明確に樹木に残っていること、流水の複雑な流れについても痕跡からある程度たどることが可能なことを示した。このように樹木群に残されている痕跡を注意深く解析することによって、通常の観測方法では把握できないような現象を間接的に知ることができることは、今後の樹木の存在を前提とした現象に対する議論を進めていく上で、非常に有意義な手法であると考えられる。今後は正確な年輪解析による時間的な検討を進めていく。

## 参考文献

- 1) 辻本哲郎；植生を伴う流れの水力，水工学に関する夏期研修会講義集，27，1991
- 2) 井出康郎，渡邊康玄他；無線転送装置と無人ボートを用いた河床形状観測，河道の水力と河川環境シンポジウム論文集，1995
- 3) 綾史郎（代表研究者）；画像解析による生態系を考慮した河道の水力に関する研究報告書，河川整備基金助成事業，平成5年度，6年度
- 4) 新谷融；溪床土石の移動過程調査の方法，新砂防，83，1972