

樹林化に伴う河川景観変化の土木史的考察*

— 旭川における近年の治水事業に伴う河道特性変化とヤナギ林の発達との関連 —

Historical study of river landscape change according to the thick growth of trees

— Relation between river channel characteristic change with the recent river training works
and development of willow forest in the Asahi River —

渡辺 敏**・前野詩朗***・馬場俊介****

By Satoshi WATANABE, Shiro MAENO and Shunsuke BABA

Abstract

Rapid expansion of *Salicaceous* species in the Asahi River has caused serious problems on the ecology, the flood control and the river landscape etc. in the last 30 years. From this viewpoint, this paper aims to clarify the development process of the thick growth of trees in the river, and to propose appropriate measures how to control the forest of *Salicaceous* species to keep the Asahi River in its original shape. The relationship between the physical actions and landscape transition in the river was investigated on the basis of historical studies from the viewpoint of morphology, river engineering and ecology using the past physical events. Continuous expansion of *Salicaceous* species due to the decrease of the flood scale and bed-loads supply was recognized. At some area in the river, restoration of the river system is required to recover the flood flow impact. In applying the river restoration system, it is suggested that an appropriate method to manage the river landscape is to divide the river in two areas whether to keep its original landscape or not.

1. はじめに

岡山市内を流れる旭川では、河道内の砂洲でヤナギ（主にアカメヤナギとジャヤナギ）が旺盛に生育し、それが現在の旭川を特徴づける景観要素として、一部の人には「美しい」と感じられるほど、象徴的な存在になっている（図-1）。しかし、この「美しい」風景は、実は旭川本来の姿ではなく、30年ほど前には、河道内にこれほどの量のヤナギは存在しなかった（図-2, 3）。そして現在では、ヤナギ林の分布面積は、砂洲上で発達する植生の約半分を占めるようになっている（図-4）。急増したヤナギは、かつての草地や礫河原に樹林を形成し、川らしい生態系のバランスや構造を変化させた。そして、それに伴い、河原や草地に依存して生育・生息していた一部の野生生物の棲み場を、損失・劣化させている。さらに、第2著者（前野ら¹⁾）は、ヤナギが繁茂している区間を対象にした数値シミュレーションにより、河道内の植生が洪水時の河川水位を



……研究対象区間の上流から下流を望む、左奥は岡山市街地

図-1 ヤナギ林が発達した現在の旭川の景観

（撮影：渡辺 敏，2004年）

上昇させ、計画高水位を上回る区間を生じさせることを指摘している。

ヤナギ林の生み出した新しい旭川の景観を良しとするか、既往の生態系を破壊し、洪水災害の可能性を高める「否定的要素」と捉えるか、そして、もし後者だとすれば、どのようにそれを回復させていくか、を土木史的な視点を含めて解明しようとするのが、本論文の目的である。

本論文で対象とする区間は、図-4のように河道内砂洲でヤナギが広く分布する10.5-17.5km区間とする（図-5）。対象区間の平均河床勾配は1/670、平均年最大流量1,400 m³/s、川幅約300 m、河床材料の代表粒径40~70 mmで、「扇状地から自然堤防帯への移行区間（図-5）」にあたる。

*keyword：旭川，河川景観，河川生態

**正会員 修士(農) (株)ウエスコ 環境計画部 自然環境1課
(〒700-0033 岡山市島田本町 2-5-35)

***正会員 博士(工) 岡山大学助教授
(岡山大学大学院環境学研究科)

****正会員 工博 岡山大学教授 (同上)

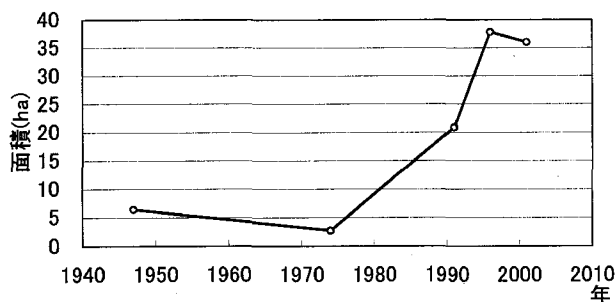


図-2 旭川河道内におけるヤナギ林面積の変化 旭川河口から約 11.0-17.5km 区間
(参考文献^{2, 3)}を用いて作成: 渡辺 敏)

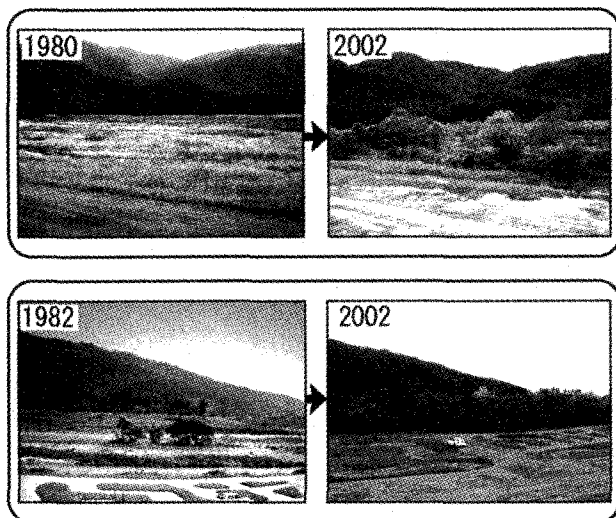


図-3 ヤナギ林の増加による旭川の景観の変化
(撮影: 左上・左下が波田善夫, 右上・右下が渡辺 敏)

本論文の構成は、以下の通りである。2章では、洪水と土砂供給の変遷(河道ダイナミズムの最大の支配要素)について概観する。3章では、主に1954(昭和29)年以降の人為的な河道へのインパクトと、河道の応答について述べる。4章では、河道の物理環境変化とヤナギの増加との関係について述べる。5章では、今後のヤナギ林の管理方法について検討した結果を述べる。

なお、本研究の一部は、国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所が設置した『旭川植生管理方針検討会: 2002(平成14)年〜』で、調査・検討されたものである。第1著者は、同検討会の事務局として、中心的・主体的な役割を果たし、調査・検討及び資料作成の全てを担当してきた。

2. 地形学・河川工学的にみた河道変遷史と河相変化

河川景観のベースとなる河川地形とその変化を支配する洪水と土砂供給が、どのように変化してきたのかを概観する。

(1) 江戸期以降における流量・土砂供給量の変化

中国地方の山地部では、近世から明治中期にかけてたたら製鉄が盛んに行われた。また、1954(昭和29)年以降、貯水ハイダムの建設、河道の掘削が行われた。これらの人

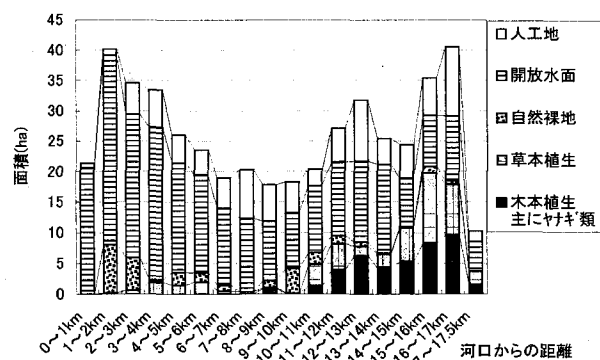


図-4 旭川におけるヤナギ林(木本植生)の占める割合(旭川植生図2001年³⁾を用いて作成: 渡辺 敏)

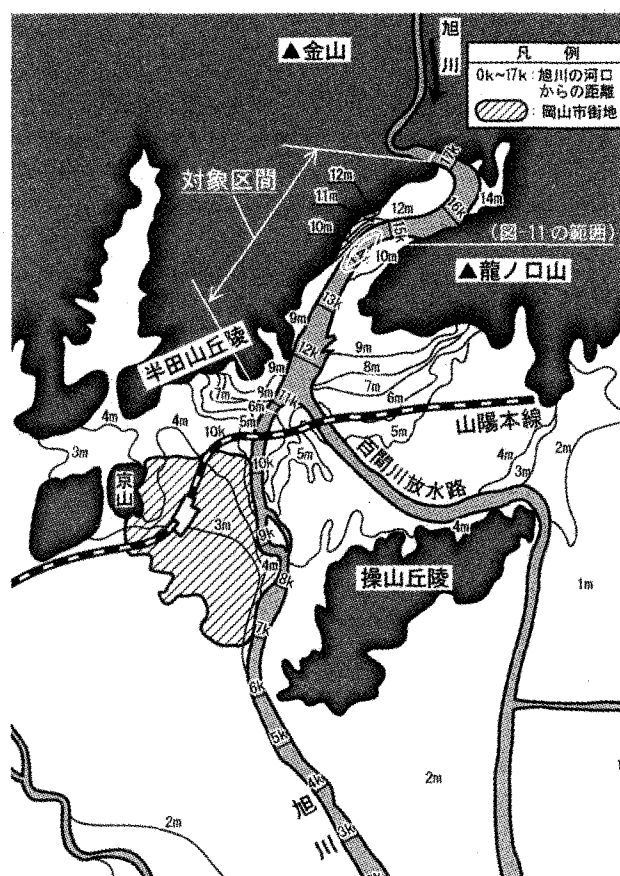


図-5 対象区間の位置
(参考文献⁴⁾を用いて作成: 渡辺 敏)

為的インパクトによる流量・土砂供給変化への影響について、時系列で整理しておく。

江戸時代から明治中期にかけて、中国地方の山地では盛んに「たたら製鉄」が行われた。たたらでは、材木は燃料、松の根は夜間労働の灯明油として採取され、山地部の植生は剥ぎ取られ、山地土砂を原料として鉄が生産された。そのため、鉄分を採取した残渣土砂が下流河川へと流れ出すとともに、山地部は禿山化し、山地部の水源涵養能力は低下した⁵⁾【注1】。すなわち、江戸から明治中期は、たたらの影響で土砂供給量は増大し、山地の水源涵養能力の低下は流況を不安定化させ、下流旭川の河道地形を頻繁に変

化させた時代であったといえる。

しかし、その後、たたらに伴う下流河川の河床上昇や河口閉塞は、下流域の平野の洪水危険性を高めることから制限を受けるようになり⁵⁾、また、西洋式高炉が導入されて以降たたらは一気に衰退し、河川への土砂供給や流量不安定に伴う影響は小さくなっていったと考えられる。

そしてさらに、昭和の時代になって、旭川では、旭川ダム（1954（昭和29）年）、湯原ダム（1955（昭和30）年）の貯水ハイダムが建設され、下流河川の流量を平滑化させ、ピーク流量を減少させた【注2】。すなわち、昭和の時代になると、たたらの影響が小さくなるとともに、流域でのダム建設が、下流河川の流況、河道のダイナミズムを安定化へと導いた。

また、1960年代からの日本の高度経済成長期においては、旭川でも岡山の都市に近い所から、河積増大と建設骨材としての河床材料の利用を目的に、低水路内の砂利採取（掘削・拡幅）が行われ、低水路内の土砂が急激に減少した（図-10：1961（昭和36）年写真）。全国的に見ても、中国地方の河川は流域からの流出土砂量が最も少ないとされる⁶⁾。そのことから、中国地方において特に流出土砂量が大きくはない旭川で、対象区間及びその上流河道において堆積していた土砂を一度失えば、その後の対象区間への土砂供給の回復は遅れ、河道内土砂の欠乏状態をそれだけ長引かせることになったと考えられる。

さらに、1966（昭和41）年以降、ようやく国の直轄指定を受けた旭川の本研究対象区間では、堤防の嵩上げと護岸工事が進展し、それによって地域の安全が守られる一方で、それらは河岸の浸食を抑制し川の安定化を促すことになった。

（2）流量・土砂供給量の減少に伴う河道特性量の変化

国内河川で実際に起こった一般的な河道特性量変化を参考⁶⁾にして、対象区間におけるこれまでの河道特性量変化の履歴を類推した結果を図-6に示す。

本研究で対応すべきと考えられる旭川での最近30年余りの急激な河道特性変化であるが、その大きなきっかけとなるのは、砂利採取による影響と考えられる。それに伴い、対象河道区間への土砂供給量、すなわち洪水時の土砂濃度（ C ）が急激に低下する（ア）。土砂供給量がさらに減少すると、河床低下が進行し、河床勾配（ I_b ）は緩くなり（イ）、川幅減少を促す。並行して（ウ）、滞筋部の河床低下は河床材料の粗粒化によってその進行が抑制される。そのため、掃流力の増大を、河床の洗掘ではなく、河岸浸食により調整する作用へと移行しようとするが、1966（昭和41）年以降の護岸整備は川幅を広げさせない状況となっている。また、対象区間約7kmで8基存在する堰は砂洲の固定化を促進している。以上の（イ）と（ウ）の変化によって、洪水で実際に砂礫が動かされる河道幅は、ますます狭くなる。

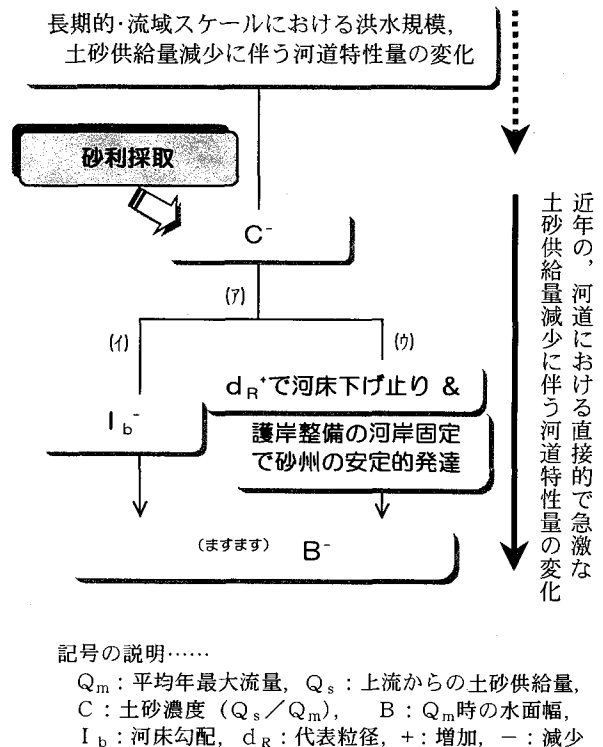


図-6 河道特性量変化の履歴の類推
（参考文献⁶⁾を参考にして作成：渡辺 敏）

すなわち、高度経済成長期の1960年代前半における河床の土砂採取は、それまでの長期的な河道特性変化の進行を一気に早め、河床の安定化を加速し、換言すれば動的な河床エリアを縮小させ、その結果として安定的にヤナギによる樹林化が進行した可能性が類推されるのである。そのような安定的な川の姿は、長期的な変化（完新世以降の山地部の植生回復に伴う、河川の流況安定と土砂供給量減少^{8,9)}）において現在の流域スケールに適合した状態であるかもしれない。しかし、高度経済成長期以降の砂利採取や護岸整備等の人為的事業が、川の安定に向かう変化を進めすぎた可能性、それに自然の力では戻らないところにまで進めてしまった可能性があると考えられる。

3. 近年の人為的インパクトによる河道システムの変化

対象区間の河道に対する直接的な人為的インパクトの履歴と、それらインパクトに対する河道の応答について推定する。

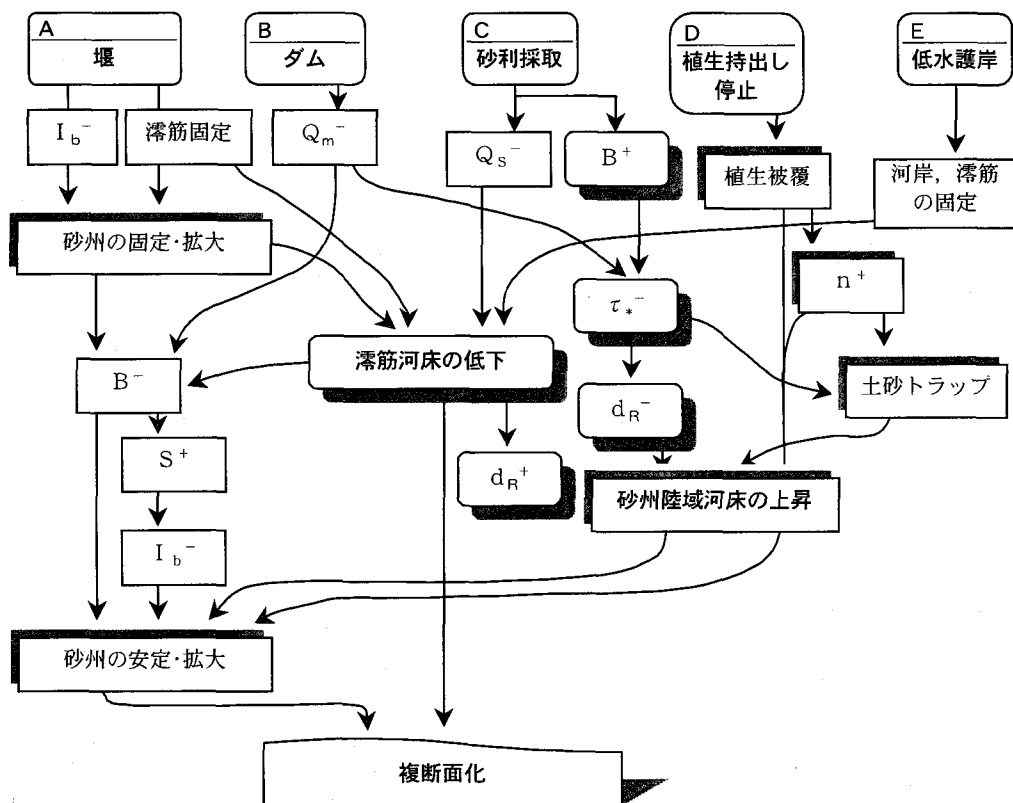
（1）人為的インパクトの履歴

対象区間の河道に対するインパクト（特に現在の河道特性に対する影響力が大きな人為的なインパクト）とその発生年代、並びにそのインパクトによる河道への一次的な影響の内容を整理して表-1に示す。なお、ここでは、例えば流域森林における治山事業等、流域スケールのインパクトについては触れていないが、現段階の分析では、現状の当該河川の河道特性量変化に、表-1と同等あるいはそれ

表-1 対象河道に対する人為的インパクトの履歴

(参考文献¹⁰⁾に修正・加筆：渡辺 敏)

	人為インパクト	年代	河道に対する一次的影響	備考
A	河川横断施設(堰)の建設	合同用水堰(17.5k:1953年)を除いては江戸期に完成(詳細な築造年は不明)	・ 河床勾配(I_b)の減少 ・ 流れ方向の規定(滞筋固定)	・ 岡山平野の水田開発活発化後 ・ 対象区間で固定堰が8基存在
B	旭川ダム, 湯原ダムの建設	1954(昭和29)年, 1955(昭和30)年	・ 流量の平滑化(Q_m の減少) ・ ピーク流量の減少(同上)	・ 土砂貯留はそれ程効いていない【注2】
C	低水路掘削(砂利採取)	1960(昭和35)年～	・ 土砂供給量(Q_s)の減少 ・ 水面幅(B)の拡幅	・ 対象区域(都市部)から始まり, 徐々に上流へと実施 ・ S.40年代まで
D	人為の植生持出し行為の停止	1960(昭和35)年～	・ 砂州上, 砂州河岸の植生被覆	・ 燃料, 肥料革命後に停止
E	低水護岸の建設	1966(昭和41)年～	・ 河岸侵食抑制とそれに伴う滞筋固定	・ 直轄指定後



記号一覧 Q_m : 平均年最大流量, Q_s : 上流からの土砂供給量, C : 土砂濃度 (Q_s/Q_m), B : Q_m 時の水面幅, H : Q_m 時の水深, S : 蛇行度, I_b : 河床勾配, d_R : 代表粒径, τ_* : 無次元掃流力, n : 粗度 +: 増加, -: 減少

■: 砂州部の現象, ○: 滞筋部の現象

図-7 人為的インパクトに対する河道の応答「概念図」 (作成: 渡辺 敏)

以上に大きな影響を与える流域スケールのインパクトは, 存在していないと考えている。

対象区間の河道特性量変化に関わるこれまでの代表的なインパクトとして, 表-1に示したA~Eがあり, 一部ではこれらインパクトが, 直接的に景観や自然環境の発達に対して影響を与えたと考えられるが, これらのインパクトによる水理諸量の変化による影響は, その後も持続することになる。

(2) 人為的インパクトに伴う河道の応答

表-1の人為的インパクトに伴う対象区間の河道の応答(景観や自然環境の発達に対してはインパクト)を整理して図-7に示す。

河道に対するインパクトによって, 平常時の水位を基準にした砂洲の陸域部(以下, 砂洲部)と水域部(以下, 滞筋部)で, それぞれ異なるレスポンスが現れることになる。それは, 砂洲部の固定・拡大と河床上昇, それに滞筋部の

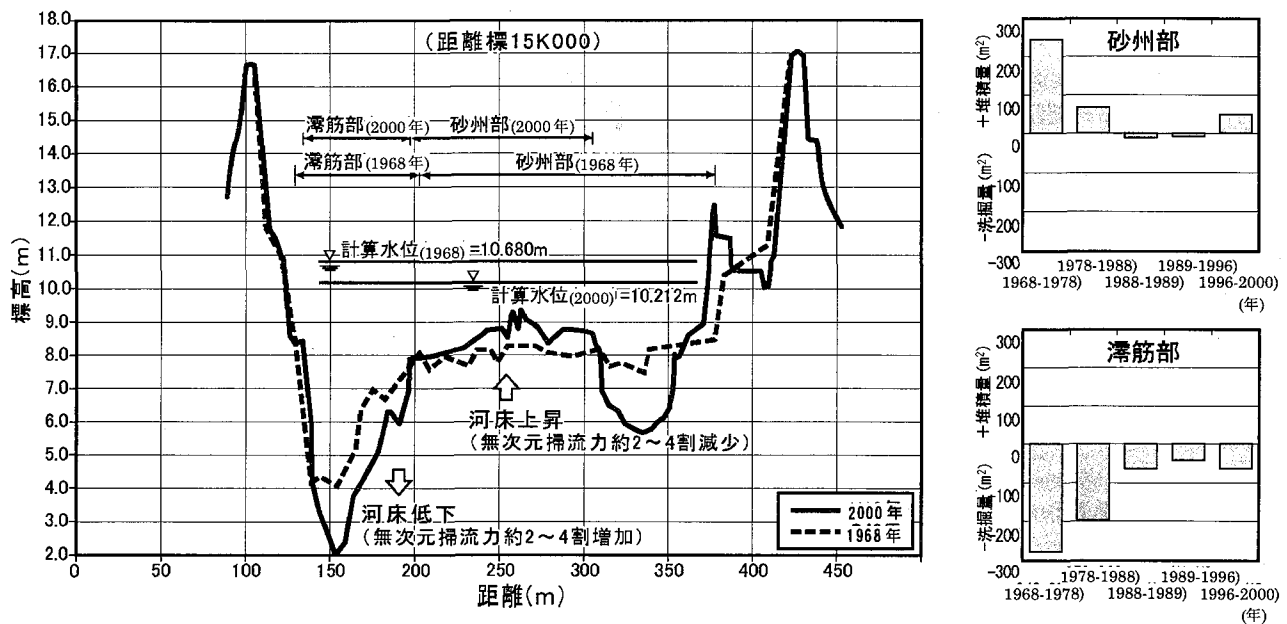


図-8 旭川対象河道区間における複断面化の進行状況 (参考文献¹⁰⁾を用いて作成：渡辺 敏)

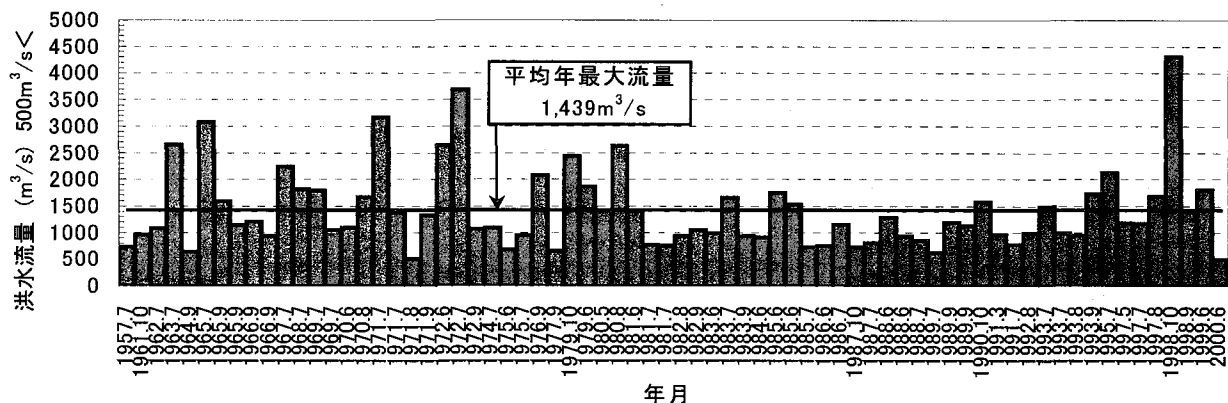


図-9 既往洪水履歴 (作成：渡辺 敏…参考文献¹⁷⁾)

河床低下と粒径増大であり、その変化をベースにして自然環境及び景観変化の応答が現れる。また、砂洲部と澗筋部の変化の合成はいわゆる複断面化である。対象区間における複断面化の進行過程を、図-8に示しておくが、そのような複断面化が対象区間のほぼ全域で進行している。複断面化した河道では、砂洲の動きが鈍化し、高水敷化し安定した砂洲部河床での細粒土砂堆積等も伴って、植生の発達を一方的に進行させることになる。例えば図-8の断面で、当該河道区間の平均年最大流量($1,400\text{m}^3/\text{s}$)の洪水における無次元掃流力の違いを、一次元の等流計算により比較すると、複断面化が進行した現況(2000(平成12)年)断面は、(1968(昭和43)年)当時の断面と比較して、澗筋部の無次元掃流力が2~4割程度大きくなり、逆に砂洲部の無次元掃流力は2~4割程度減少しており、複断面化によって砂洲部の河床が動きにくくなっている。そのため、本研究で対象とするヤナギ類は、洪水時の河床攪乱作用(無次元掃流力)が小さくなった砂洲部で、より安定的

に発達することが可能となったと考えられる。

4. 近年における河道形状の変化とヤナギ類による樹林化 (1) 河道の安定と樹林化の関係

昭和期以降における旭川河道内景観の変化を空中写真で示す(図-10)。あわせて対象区間の洪水履歴を図-9に示しておく。1960年代(1961(昭和36)年写真参照)の高度経済成長期において、都市部に近い河道では建設骨材として土砂が大量に持ち出され、河道内のヤナギは砂洲もろとも失われた【注3】。その後ゆっくりと砂洲は回復し、現在では砂利採取前の形に戻ってきている。しかしそのプロセスにおいては、前章で述べた「複断面化」が起っており、洪水流は澗筋に集中し、砂洲上を攪乱する力が弱まってきている。そして砂洲上では安定した領域が拡大し、安定的にヤナギ類が発達しやすくなるとともに、一度発達したヤナギを含む植生の破壊が生じ難くなっている。

また、河岸で定着するヤナギが、砂洲の破壊を防護し-

※ 1974年のヤナギは低木サイズ

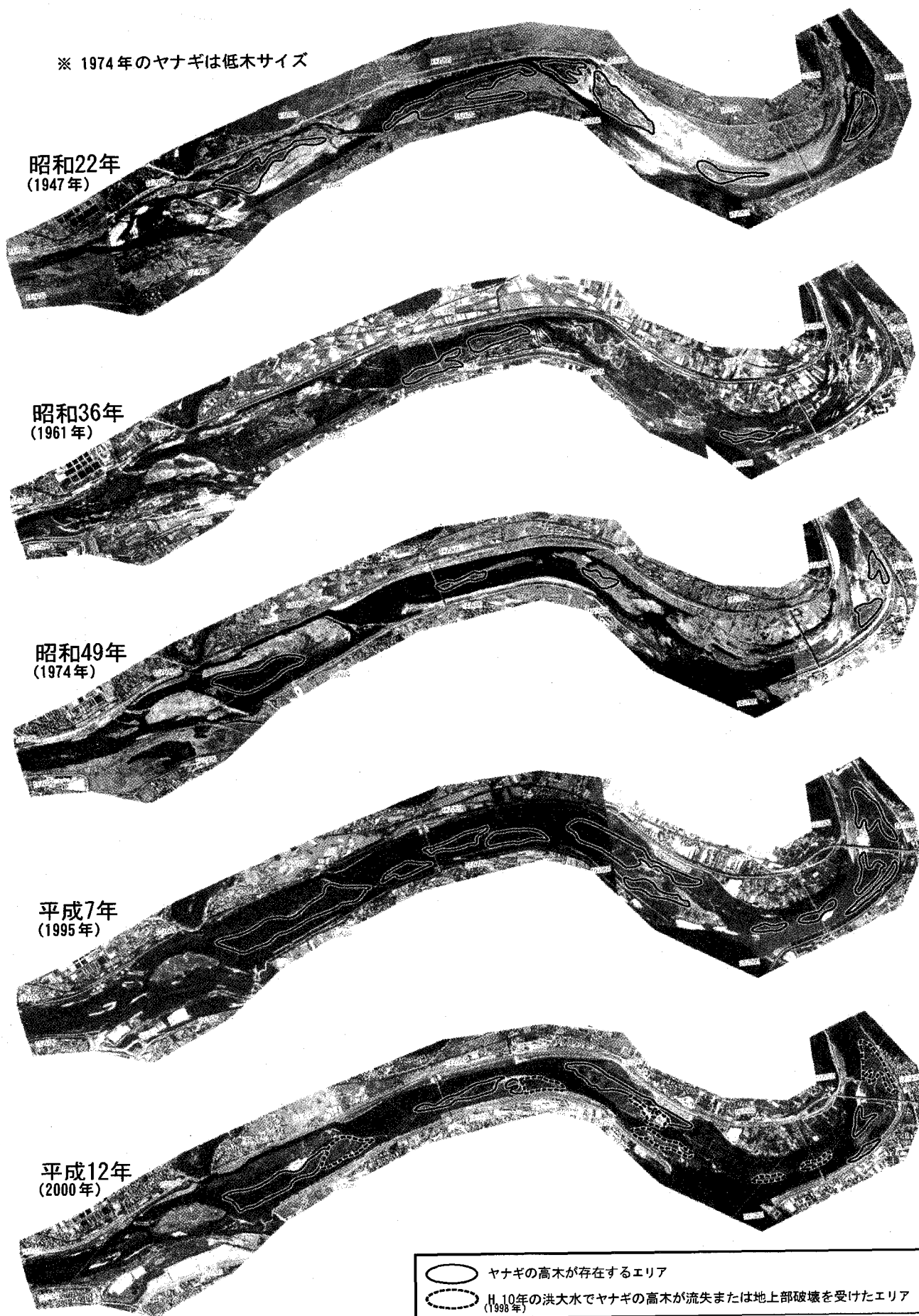


図-10 ヤナギ類の分布に着目した河道内景観の変化履歴

(国土地理院所蔵航空写真を繋ぎ合せて作成: 渡辺 敏)

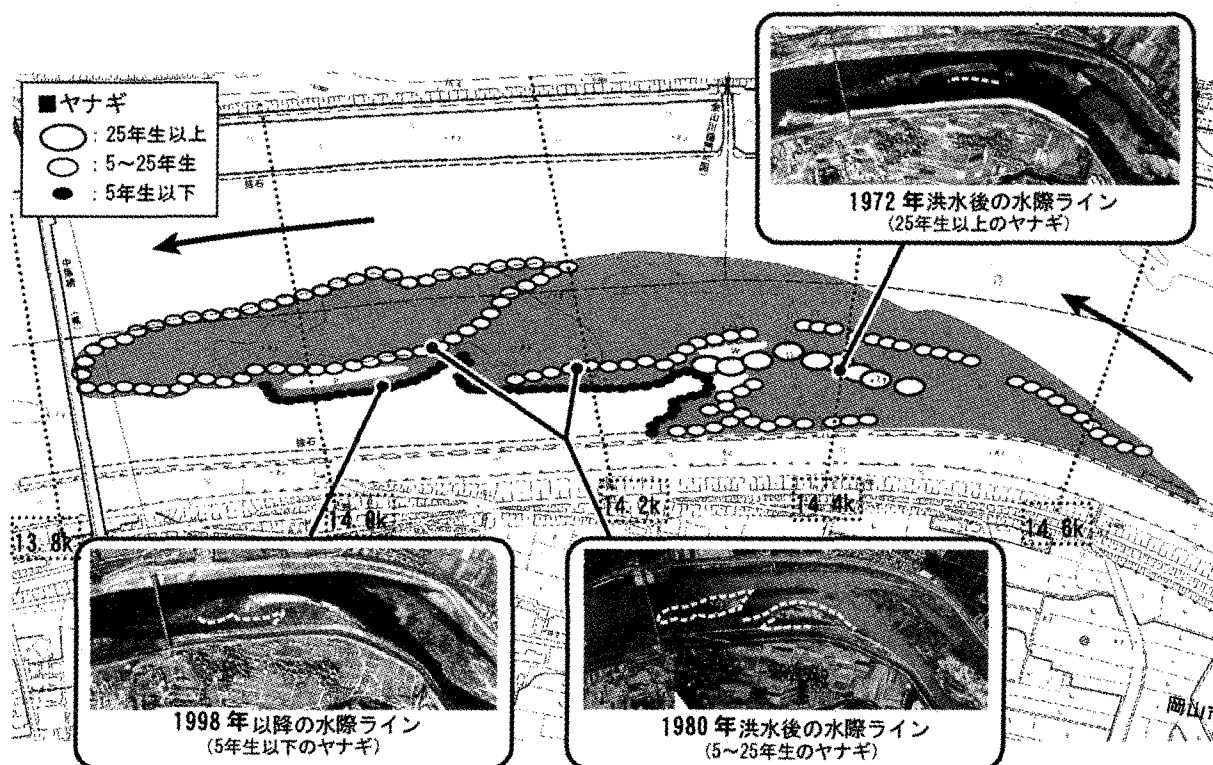


図-11 洪水による砂洲形成とヤナギ分布の拡大過程

(作成：渡辺 敏，写真原図は国土地理院所蔵)

方向的に砂洲を拡大させている作用も、砂洲の安定化に寄与している。対象区間のヤナギは、現況の水際、または過去の大きな地形変動を伴った洪水「1972（昭和 47）年、1980（昭和 55）年、1998 年（平成 10）年」直後の水際ラインに沿って、1～3 列程度で帯状に分布している（図-11）。図-11 の場所で分布するヤナギのほとんどはアカメヤナギであるが、洪水で新たに形成された水際に種子または枝等の栄養繁殖体が流れ着き、成長したと考えられる。アカメヤナギは、栄養繁殖体の場合は漂着後の水位変動に伴い乾燥すると成長しない¹¹⁾。また、種子からの実生繁殖の場合も同様で、定着直後の種子や実生は極めて乾燥に弱く水際でしか生き残れないが、水位変動が大きいと芽生えたばかりのヤナギは乾燥や増水の河床攪乱で流され定着できない^{11,12)}。図-11 で示した当該箇所約 800m 下流に、河川を横断する固定堰がある。そのことによって、平常時の水位が安定しており、新たに形成された水際に漂着したヤナギの種子、または栄養繁殖体の定着と成長がしやすかったと考えられる。

現地のヤナギは、固定堰によって支配された平常時の水面高さで規定される地下水位高さを基準にして、それより約 0.5m 深さ程度までに細根をマット状に密生させ、河床の緊縛力はきわめて大きい。そのため、水際のヤナギの根は、一度発達すると河床を固定し、その後の洪水による河岸の洗掘を相当防護し、河岸ラインを後退させることはほとんどない。多自然型川づくり等で、河岸防護に椰子ロールが使用される場合があるが、ヤナギの根は生きた椰子ロ

ールと言える。そして、洪水作用によりヤナギが発達した河岸の前面で新たに土砂が堆積すると、その水際ではまたヤナギが定着する。その繰り返して、ヤナギによって河岸侵食が防がれた砂洲は、ヤナギの再定着を伴いながら一方向的に拡大してきた（図-12）。すなわち、砂洲の安定とヤナギの発達の関係には、相乗作用があると考えられる。

（2）樹林化後の洪水による変化

平成 10 年（1998 年）大洪水では、ヤナギの高木林が一部破壊される場所があった。同洪水は、昭和以降歴代 3 位の大洪水であり、ピーク流量 $4,300\text{m}^3/\text{s}$ で、生起確率は 1 回/50 年であった。図-10 における 1995（平成 7）年と 2000（平成 12）年の写真の変化は、主にその洪水による変化を表している。各写真に 2 種類の囲みを書き加えた。1998（平成 10）年の大洪水を経験するまで、ヤナギの高木林は一方向的に拡大してきた。その拡大機構は前節までにおいて述べたとおりであるが、過去から遡って見ると、ヤナギの高木が分布するエリアは、1970（昭和 50）年代後半以降徐々に拡大し、1995（平成 7）年には河道内砂洲のほとんどの領域で樹木群が発達する状況となった。しかし、1998（平成 10）年の大洪水では一部のヤナギが破壊された。そして、その 1998（平成 10）年の大洪水でヤナギが破壊されたエリアは、1947（昭和 22）年の写真において、洪水が砂洲河床を動かし、礫河原が形成されていたエリアとほぼ一致する。さらに、1998（平成 10）年の大洪水でヤナギが破壊されなかったエリアは、1947（昭和 22）年の写真においてもヤナギが分布してい

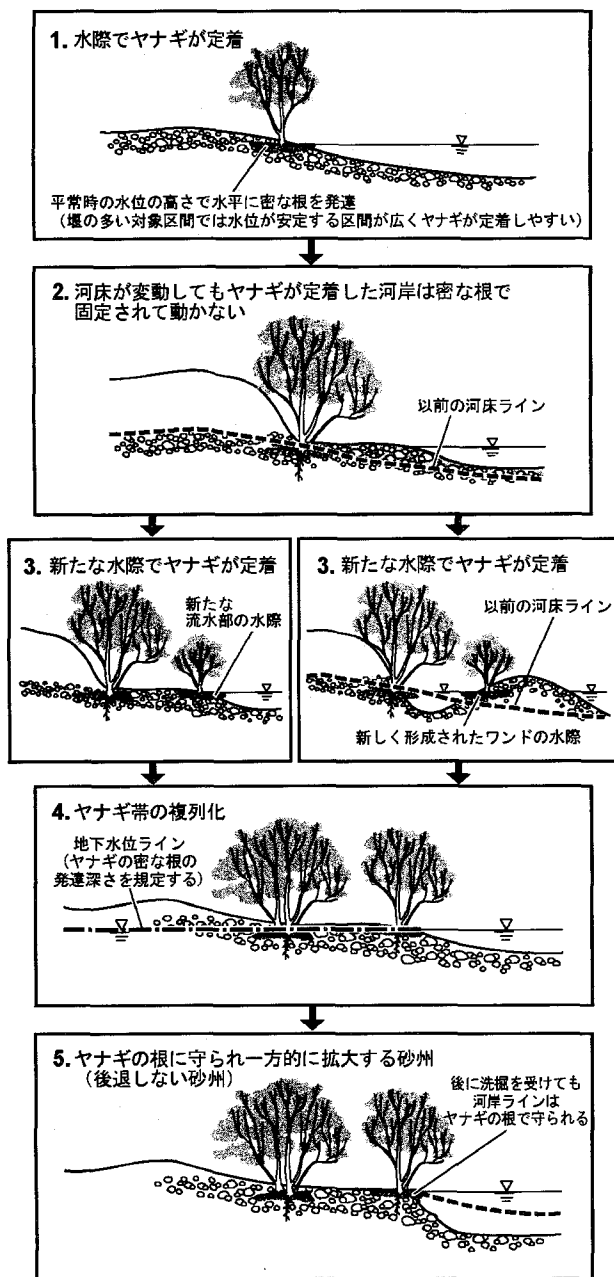


図-12 ヤナギ類の定着に伴う砂州の固定・拡大シナリオ
(作成：渡辺 敏)

たエリアとほぼ一致する。

洪水の流れ方向が、河道の法線形（蛇行）や横断施設（堰）の設置方向によって、支配される部分は相当に大きい。流量・流砂レジームが、1947（昭和22）年当時とは変化した現況においても、これら支配要因はほとんど変化しておらず、また、護岸の整備等によって滞筋（洪水時の主流線）も大きくは変化していない。その条件においては、ヤナギが発達する場合と洪水作用でヤナギの発達が抑制される場合、本来的に区別されて存在することを、図-10の洪水に伴う変化は表していると考えられる。

5. 現河道の評価と修復のあり方

（1）樹林化に着目した河川景観の評価

河川の生態系修復に関する研究は、世界的にみても

1990年代から急増した¹³⁾。それは、静的かつ基本的には閉鎖系である森林や湖沼と比較して、河川が動的かつ開放系であるため、特にその動的要素の理解において単独の学問分野によるアプローチでは困難なことが多かったことによると思われる。しかし、1. で述べたように、河川環境の変化は、環境だけでなく治水や親水、それに景観における重要な課題であり、国内においても1990年代後半から積極的に取り組む研究が急増している。そして、そのような取り組みにおいては、生態学と河川工学、あるいは地形学の共同作業を必要不可欠としたものが多く、そのことによって動的かつ開放系である河川環境のメカニズム解明に貢献してきた点を、筆者らは興味深く思っている。とはいえ、河川環境に関する研究は新しい取り組みであり、その科学も未熟な部分が多い。そのため、河道内の樹林化に関しても、例えば、帰化植物であるハリエンジュが、河道の安定と細粒土砂の堆積によって増加するメカニズムに着目した研究例等^{例えは 14,15)}があるが、河川で本来的に存在するヤナギ類が、川の動的要素の変化との関連において増加した過程を、生態学だけでなく河川工学との学際的領域で連携し、一歩踏み込んで研究した事例は、筆者らが知る限りでは見当たらない。

さらに、河川景観と樹林化との関係について、筆者らは以下のような見解を持っている。河川景観の評価において（ここでは風景も同義語とする）、河道内の樹木は景観構成要素の1つに過ぎないかもしれない。しかし、本研究で対象とした旭川の河道区間のように、例えば、現況と20年あまり前の景観写真を比較した図-3からも、その景観の違いは明らかであり、樹木（ヤナギ類）の増加がその主たる原因になっていることは歴然としている。そのため、本研究では、河川景観の変化として、河道内における近年の樹林化に着目する。

（2）本来的なヤナギの景観の評価

旭川におけるこれまでの河道変遷について、河道の安定（樹林の発達しやすさ）を評価軸とする概念図を図-13に示す。長期的な視点で河相変化の履歴を捉えれば、現在の河道の状況は安定的な状態で、それが本来的である可能性もある。しかし、特に高度経済成長期（1960年代）以降の河道への人為的インパクト（堤防の嵩上げ、護岸の建設、ダム建設、砂利の採取など）による影響（図-8の「複断面化」）は、本来的な河道の状態を破壊してきた。その場合は、現在の河川景観は本来的でないということになる。以下、現在の河川景観が本来的とする考えと、本来的でないとする考えについて、もう少し詳しく述べよう。

a) 現在の河川景観が本来的とする考え

国内の河川では、一般に、約1万年前から上流からの土砂供給量が小さくなったとされている^{8,9)}。旭川に対して、この現象が起きているか否か断定できる証拠はないが、ここでは、一応該当するものと仮定して話を進めよう。

河道の安定と ヤナギ林の発達

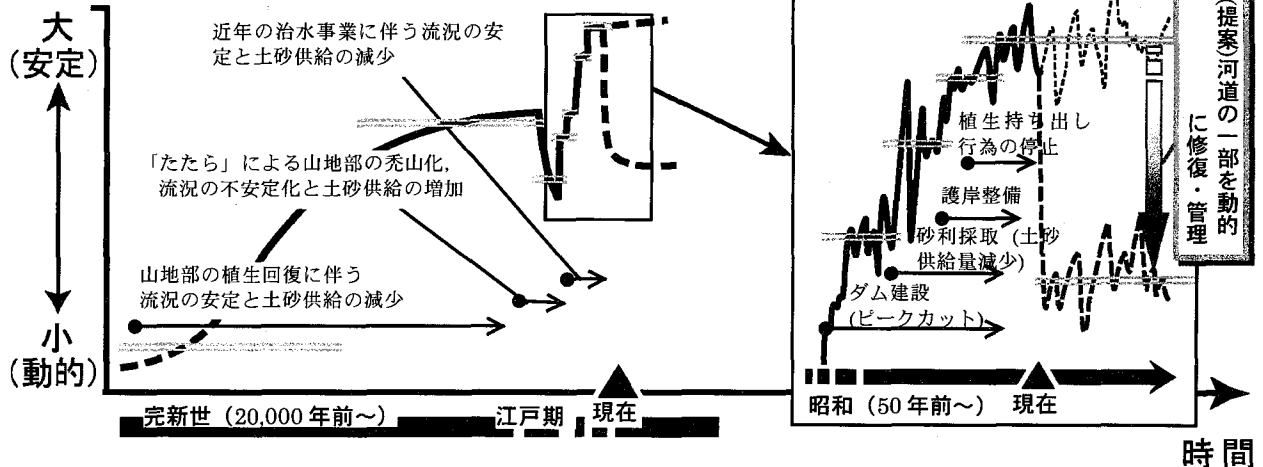


図-13 旭川における河道変遷「概念図」 (作成: 渡辺 敏)

この仮説によれば、自然のダイナミズムによる動的な河床エリアが小さくなっていく状態と、そのようなエリアがほとんどない状態が安定(平衡)であり、本来の姿である。江戸～明治中期におけるカンナ流し【注4】の大量土砂供給の影響⁵⁾は、河道内での植生の定着を抑制していた。しかし、それは一時の人為的影響に過ぎず、流域森林の植生が回復したことで、現在はそのような状況にはない。そのため、河床はますます安定し、さらに、河道内植生は、河床洗掘を防護し土砂を堆積させている。巨視的かつ長期的にみれば、ヤナギ林のある河川景観は、安定化した最終形とみなすこともできる。

b) 現在の河川景観は本来的でないとする考え

1960年代の河床掘削(砂利採取)によって、河道内の砂洲が極度に減少した。その後徐々に回復したが、砂洲が拡大する都度、その先端部にヤナギが定着した(特に、湛水区間と非水衝部)。結果として、水辺だけでなく砂洲内部にまでヤナギが分布し、多少の洪水では変形しなくなってしまった。また、河床掘削により土砂が欠乏した河川では、滯筋への流れの集中と洗掘によって滯筋部の河床が低下し続けた。そのため、河道内砂洲部の広い範囲(滯筋部以外の範囲)で洪水作用が小さくなり、そうした場所では植生の安定的発達が進行した。

以上は、人為的影響、ここでは河床掘削を主たる原因とした本来的でない変化である。あるいは、人為的影響により急激に進みすぎた変化であり、現況は本来の状態を乗り越えた状況となっている。今後、供給土砂量の回復によって、砂洲のサイズは本来のサイズにまで回復成長し、落ち着くと思われる。しかし、その砂洲が洪水による攪乱を受け入れる動的な砂洲であるべきだとする考えは、間違いではない。そして、それが旭川対象区間において本来の河川景観の発達を保全できる状態であろう。

(3) 河川景観の修復における基本的考えと留意事項

人為的影響をできるだけ取り除くことが本来的で、現況河道は本来的でないとする前節 b) の考えを支持した場合、河道修復が必要という考えが成り立つ。その場合の無理のない本来の川の姿は、どのような景観なのか、そしてどのような整備と管理が要求され、現実的であるのかを考える。(なお、現況河道が本来の姿だとする前節 a) 考えを支持するなら、ヤナギは生態的にも川らしさの構成要素でもあるため、たとえそれが増えすぎたとしても、生態的、また景観的な修復は必要とせず、そのままにしておけばよい。しかし、ここでは、冒頭でも述べたように、樹林化した現在の河道状況を問題として捉え、その修復を前提とした考えを展開し、あわせてその場合において留意すべき事項を述べる。)

過去数十年の急激な河道変化は、明らかに、人為的インパクト(表-1)を起源としている。しかし、それら人為的インパクトの多くは、人間生活の上で今なお必要とされている堤防・護岸、堰・ダムなどの河川構造物である。そのため、環境や景観の形成に影響があるからといって、それらの施設を取り除くことは、少なくとも近い将来においては現実的ではなからう。

かといって、現地で問題となっている状況(複断面化や植生繁茂)を復元するために、造園的に(外科手術的に)、形を整えるだけでは場当たりので、川らしさを取り戻したことはない。そこには、本来の川らしさを成り立たせていたシステム(洪水による河床の攪乱)の修復(河道の活性化)が必要であり、そのためには、人為的インパクトに対して河道が応答し変化したプロセスの初期段階(旭川の場合は1954年)にまで遡って、インパクトの影響(河床の低下、砂洲の上昇など)を取り除く必要があると考える。

一方で、対象としている旭川の区間は、川の自然作用（洪水）によるインパクト（河床の攪乱）が、「旭川らしさ」を成立させる重要な要素となっている。現実問題として、もし、かつてと同レベルの自然的インパクトが期待できないのであれば、それを人為的に与えることも選択肢の1つとなるであろう。

（４）景観修復を行うべき場所と手法選定に対する考え

川の景観やそこで展開される自然環境は、洪水作用による川のダイナミズムを基本として成り立っているものであり、それを無視して好き勝手な場所に、人の都合による景観や自然環境を造ることは馴染まない（川のダイナミズムとともに存在させることにも無理がある）。河道修復を検討するにあたっては、その点を考慮して、河道内のどの場所で実施するかを考えるべきである。

2～4章で、これまでの河道内景観の履歴を振り返ってきた。それは、少なくとも過去50年あまりの河道内景観の変化は、①洪水によってヤナギの生育が抑制・破壊される場所と、②洪水を経験する中でも安定的にヤナギ林が存在する場所のあることを示していた。この結果を踏まえれば、ヤナギ林の景観をどのように管理していくかを、具体的に提案することができる。すなわち、1998（平成10）年の大洪水によってヤナギ林が破壊された場所（そこは、1947年当時礫河原であった）に対しては、ヤナギの生育を抑制する河道修復技術を適用し、1998（平成10）年の大洪水でもヤナギ林が破壊されなかった場所に対しては、ある程度ヤナギの生育を許容するという発想である。

具体的には、前者に対しては、上昇した砂洲の切り下げ、砂洲上へと洪水作用を導くための水刎水制の設置、樹木や草本の一部除去等の対策が考えられる。後者に対しては、ヤナギ林の択伐や再生を抑制するための剥皮や除根等が考えられる。なお、これらの対策は、景観だけでなく、生態、治水、親水における管理上の問題に対しても有効な部分が多い。

以上本章の内容と流れ（筆者らの河川景観修復に関する設計思想）を整理して、図-14に示しておく。

6. おわりに

前章までの結果をまとめると、次のようになる。

①旭川の河道内におけるヤナギの分布は、近年の河道変化に伴い急速に拡大してきた。現地のヤナギの消長を詳細に見てみると、洪水で破壊されてもその場で再生し、一度定着すると数十年のオーダーで消滅せず、居座りつづけている。そのような状況は、現在の河道が有する物理的なシステムを変えない限り改善されず、川の風景にヤナギがバランスよく存在していた状況を取り戻すことは難しい。

②川の体質悪化（洪水による攪乱作用の劣化）を急速に進行させた主要因は、近年の人為的影響が大きい。

③洪水による攪乱作用の劣化による砂洲の安定化は、ヤ

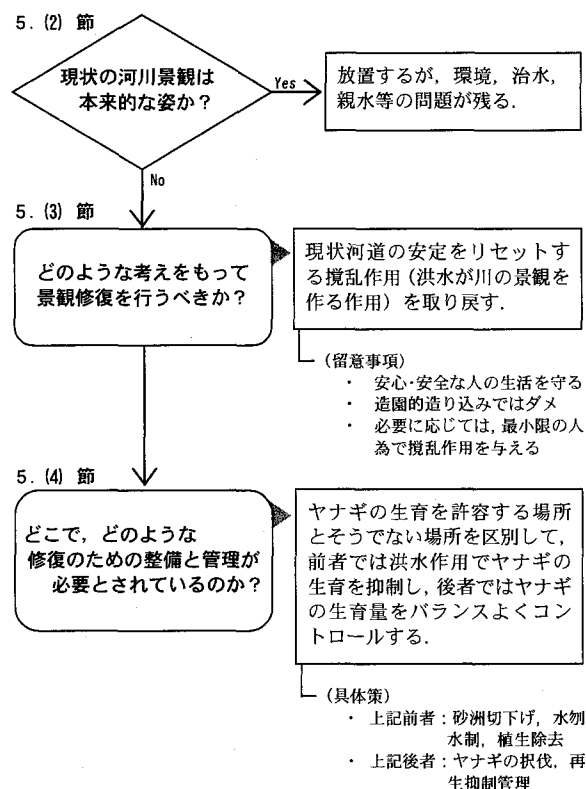


図-14 河川景観修復に対する設計フロー
(作成：渡辺 敏)

ナギ類による樹林化を進行させ、同樹林化は砂洲の安定化をさらに促した。

④今の生活の安心と安全を守るためには、川のシステムの全体を改善し、元通りに戻すことは現実的ではない。したがって、そこには新たな川のサブシステム（河道修復）を取り入れ、悪くなった川のシステムを改善することが提案される。

『旭川植生管理方針検討会』では、以上の結論を踏まえるとともに、「川の景観は造園によるものではなく、川の営みによって成り立っていることを前提にしたい」「そのような背景を踏まえても、新たな修復は、最小限の人為でなければならず、また様子を見ながら進めていく必要がある」という総意に基づいて、幾つかの新しい試みを実施した。

第1の試み（河道修復の現地試験）として、2004（平成16）年3月に対象区間の一部において、礫河原がヤナギ林と化してしまっていた場所を掘削し、礫河原を再現した。この創出された礫河原が、旭川で最も人気の高い親水スポットになるまでに、長い時間は必要としなかった。

第2の試みとして、伐採除去されたヤナギを高水敷に仮置きし、インターネットで無料配布を呼びかけたところ、瞬く間に、すべての伐採木を市民が持ち帰った（今なおその追加はないかとの要求がある）。

このようにして、かつて存在した礫河原の利用と、河

道内樹木の持出し行為が、最小限の人為によって復活したのである。地域が求めるのは、望ましい治水、利水、環境の総合指標としての魅力的な景観である。そのためには、本論文で紹介したような、「土木、景観、歴史、それに生態等を総合的に吟味して答えをだす、コラボレーションによる取り組み」が、同種の問題を抱えた全国の河川に対しても採択されていくことを期待したい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所から定期横断測量、航空写真等のデータ提供を受けた。また、本研究においては、同事務所が設立する「旭川植生管理方針検討会」の委員から得た意見や助言が大いに参考となった。ここに記して深く謝意を表す。

【注1】；たたら場は旭川流域においても年間数十ヶ所はあったと推定され、一箇所のたたら場で使用される土砂量は5千～5万 m^3 /年、採掘された山地面積は10～100haと推定されることから、河川への影響が相当に大きかったことが容易に想像できる。

【注2】；土砂供給の減少に関して、中国地方は土砂供給量が小さい特性を有すること⁹⁾、それに湯原ダムは対象区域より数60～70km上流、下流の旭川ダムが約20km上流に位置して遠く、対象区間までの間で支川の合流もあること、さらに最寄りの旭川ダムについては、洪水によって排砂量が堆積量よりも上回ることもあったダムであり、ダムによる土砂貯留の影響はそれ程大きくないと推測される。

【注3】1960代以前に河道内で分布するヤナギは、空中写真で判読する限りそのほとんどが低木である。地元住民からのヒアリングからも、1960年代までにおいては、河道内のヤナギを薪炭等として利用するため人が持ち出していたとされる(表-1)。そのことにより、河道内のヤナギ林の発達が相当程度抑制されていた可能性も十分にある。

【注4】鉄穴流し：たたら製鉄の原料である砂鉄は、当初は川や砂浜の自然環境にある砂鉄を採取していたが、鉄の需要が多くなってからは山土を削り水に流し、比重の違いを利用して人為的に砂鉄を採取するようになったとされ

る。一方では、この大量の土砂が水に流されるので下流域に大量の濁水を流し、また、大量の土砂を堆積させたため、洪水被害や農業用水被害が発生したとされる⁵⁾。

参考文献

- 1) 前野詩朗, 宮内洋介, 森 卓也: 植生が旭川の洪水流に及ぼす影響の検討, 水工学論文集, 第48巻, pp.757-762, 2004.
- 2) 国土地理院: 航空写真(1947年, 1961年, 1972年, 1974年, 1980年, 1995年, 1998年, 2000年).
- 3) 国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所: 河川水辺の国勢調査 植物編, 1991年・1996年・2001年.
- 4) 国土地理院: 数値地図25000(岡山, 高梁, 姫路).
- 5) 川上誠一等: 『日本の水環境6 中国・四国編』, (株)技報堂出版, pp.45～54, 2000年.
- 6) 山本晃一: 『沖積河川学 堆積環境の視点から』, (株)山海堂, pp.17～22, 1994年.
- 7) 前掲6), pp.253～310.
- 8) 前掲6), pp.330～336.
- 9) 池田宏: 『地形を見る目』, (株)古今書院, pp.119～134, 2001年.
- 10) 国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所: 定期横断測量成果(1968年, 1978年, 1988年, 1989年, 1996年, 2000年).
- 11) 渡辺 敏・前野詩朗・渡辺秀之・志々田武幸: 旭川におけるヤナギ林の拡大機構とその抑制管理のあり方に関する検討, 河川技術論文集, 第11巻, pp.77-83, 2005年.
- 12) 例えば, 鎌田磨人: 州の植物群落, 吉野川の自然, 徳島県立博物館, pp.12～14, 1997年.
- 13) 中村圭吾・天野邦彦・Klement Tockner: ヨーロッパを中心とした先進国における河川復元の現状と日本の課題, 応用生態工学8(2), pp.201-214, 2006年.
- 14) 藤田光一・李参熙・渡辺 敏・塚原隆夫・山本晃一・望月達也: 扇状地礫床河道における安定植生域消長の機構とシミュレーション, 土木学会論文集, No.747/II-65, pp.41-60, 2003年.
- 15) 渡辺 敏: 河川における植生の変動過程に関する研究 生物・河川工学両分野からの学際的アプローチ, 土木技術資料, 40-1, pp.4-5, 1998年.
- 16) 国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所: 第5回旭川植生管理方針検討会資料, 2004年.