

土砂堆積に伴う河岸形成の実態と予測手法 — 東海4県の中小河川中流域を対象として —

Field Survey and Prediction of Bench Formation after Channelization in Streams

齊木雅邦¹・戸谷三知郎²・水野徹³・萱場祐一⁴、伊藤幸義⁵・千田庸哉⁵
Masakuni SAIKI, Michio TOYA, Tooru MIZUNO, Yuuichi KAYABA, Yokiyoshi Ito, Youya TIDA

¹正会員 国土交通省 中部地方整備局 中部技術事務所 環境共生課
(〒501-6021 岐阜県羽島郡川島町笠田町官有地無番地 自然共生研究センター)

²非会員 日本下水道事業団 東海総合事務所 施設管理課
(〒465-0082 愛知県名古屋市名東区神里1丁目106番地)

³非会員 国土交通省 中部地方整備局 河川部 河川工事課
(〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2-5-1 (名古屋合同庁舎矢六丁目13-5同上))

⁴正会員 工修 (独) 土木研究所自然共生研究センター

⁵正会員 工修 (株) 建設技術研究所 東京本社 水システム部 水理室
(〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窟1047-27)

⁶正会員 工修 (株) 建設技術研究所 大阪支社 環境都市部
(〒540-0008 大阪市中央区大手前1丁目2-15)

Benches, which are formed along streamside, provide an important basis for vegetation, and have a roll on aquatic organisms. On the other hands, dense vegetation in small and medium streams cause a serious problem for flood protection owing to reduction of current velocity in flood event and diminution of cross sectional area. In terms of researches about bench formation, most of studies have been focused on large rivers, which are managed by the Ministry of Land, Infrastructures and Transport. Small and medium streams, however, have been left outside our interests. In this study, field surveys about bench formation after channelization, which flows through 4 prefectures in the Tokai district, are conducted, and the bench formation is associated with the stream characteristics of each streams. Finally a simple tool is shown in order to judge whether a bench is formed or not.

Key Words : Bench formation, small and medium stream, alternating bar, revetment, curved channel

1. はじめに

河川整備等(改修や維持管理)のために河床を平らにすると、その後出水を繰り返し受けることにより水際に新たに河岸を形成する場合と河床が平らなまま長期維持される場合がある。河岸の形成は時に流下断面を縮小させ洪水に対して流水の阻害となり治水に対する安全を低下させるが、河岸上に繁茂する水際の植物は水生生物に対して重要な生息場所を提供することが明らかになっている^{1) 2)}。このため、河床を平坦化した後に河岸が形成されるかどうか、そして、どのよ

うな河川特性を有する河川や区間で形成されるかは、治水上、環境上の両面から非常に重要な課題と言える。

改修後の河岸形成に関する既往の研究としては、山本ら³⁾、藤田ら^{4) 5) 6)}の研究がある。山本らは、護岸等の人工構造物が設置されてない一級河川を対象にして自然河岸の形成パターンを調査し、「低水路川幅拡大後の川幅縮小」、「段差発生による自然河岸形成」及び「礫床上の植生帯の形成」の3パターンに分類できること、各パターンで要因とメカニズムを推定し、水位変動と植生繁茂との関係が、自然河岸の変化を規

表-1 河川形成状況及び河川特性

対象区間	改修内容 施工年度	改修 幅	河岸形成状況		植生状況		河床材料 d (mm)	河床幅 (m)	のり勾配		河床勾配 I	湾曲		施設状況			1/2確率洪水 流量 (m ³ /s)	水深 (m)
			位置	形成状況	位置	状況			I _n	I		曲率半径 r (m)	角度 (°)	護岸	根固め (水障)	その他		
天王川	アソカカワ	H6~H7	○	-	-	のり面	低草叢茂	0.1	20.3	1/ 1.5	1/ 1,500	-	-	かごつたアソカ			55.2	1.96
糸巻川上流	イトマキカワ	H3~H4	○	南岸	交互、内岸、のり面	のり面	低草叢茂	50	8.8	1/ 1.0	1/ 260	120	38	石積み			37.9	1.55
糸巻川下流	イトマキカワ	H3~H5	○	-	-	-	-	17	14.0	1/ 1.0	1/ 1,200	-	-	ブロック			37.9	1.86
飛鳥川	トビカワ	H元~H2	○	片岸	交互、内岸	河岸	低草叢茂	79	13.0	1/ 0.5	1/ 120	130,85,185	56,32,47	ブロック		落蓋工	54.9	1.26
湊畑川(上)	ミナタカワ	H2~H8	○	片岸	-	-	-	0.1	7.7	1/ 0.5	1/ 2,200	-	-	右岸・葦土			25.4	2.56
湊畑川(下)	ミナタカワ	H2~H8	○	片岸	のり面周辺	のり面	低草叢茂	0.1	7.7	1/ 0.5	1/ 2,200	75	19	右岸・葦土			25.4	2.56
香野川	カノカワ	S52~S54	○	南岸	内岸、根固上・周辺	のり面	高草叢茂	75	25.0	1/ 2.0	1/ 300	390	117	連節ブロック	法から連続		378.7	3.29
仁科川	ニシカワ	S55~S58	○	片岸	交互砂州	河岸	高草叢茂	50	50.0	1/ 0.5	1/ 190	850	9	ブロック			375	2.00
稲生沢川(上)	イナシヅカワ	H3~H7	○	片岸	-	-	-	100	32.0	1/ 0.5	1/ 240	-	-	ブロック		石	371	2.83
稲生沢川(下)	イナシヅカワ	H3~H7	○	片岸	内岸	河岸	高草叢茂	100	32.0	1/ 0.5	1/ 240	55	52	ブロック		石	371	2.83
新中川(上)	ニウナカワ	S53~	○	片岸	-	-	-	2	14.0	1/ 0.0	1/ 600	-	-	矢板			47.6	1.91
新中川(下)	ニウナカワ	S53~	○	片岸	のり面周辺	のり面	低草叢茂	2	14.0	1/ 0.0	1/ 600	-	-	葦土			47.6	1.91
瀧井川(上)	タニイカワ	S57	○	南岸中央	根固上・周辺	河岸	高草叢茂	50	33.0	1/ 1.5	1/ 120	-	-	ブロック	十字ブロック	落蓋工	364	2.15
瀧井川(下)	タニイカワ	S57	○	片岸	-	-	-	50	26.5	1/ 1.5	1/ 160	-	-	ブロック			364	2.65
小瀧井川(直線)	コタニイカワ	S41~H9	○	南岸	根固上・周辺	河岸	低草叢茂	2	21.8	1/ 0.5	1/ 600	-	-	ブロック	根固工		162	2.88
小瀧井川(湾曲)	コタニイカワ	S41~H9	○	片岸	内岸	河岸	低草叢茂	2	21.8	1/ 0.5	1/ 600	125	37	ブロック			162	2.88
樋田川	フジカワ	S45~S60	○	片岸	内岸	河岸	高草+葦木	55.5	27.0	1/ 0.5	1/ 450	275,250	30,48	ブロック			123	1.94
藤瀬川(上)	フジカワ	S55~S62	○	不規則	滞溺・湿地状	河岸	低草叢茂	28.1	23.4	1/ 0.5	1/ 400	-	-	ブロック			339.3	3.83
藤瀬川(下)	フジカワ	S55~S62	○	不規則	-	-	-	28.1	16.4	1/ 0.5	1/ 400	-	-	ブロック	河床全面縁石張り		339.3	4.12
矢田川(上)	ヤタカワ	S55~S62	○	片岸	内岸	河岸	高草叢茂	2	17.0	1/ 0.5	1/ 500	180	24	ブロック			159.7	3.17
矢田川(下)	ヤタカワ	S59~S65	○	不規則	流心構造物より始原	のり面	低草叢茂	2	17.0	1/ 0.5	1/ 500	-	-	ブロック	流心構造物		159.7	3.17
綾流瀬川	アヤカセカワ	S52~S54	○	南岸	根固上・周辺	のり面	高草叢茂	2	17.0	1/ 2.0	1/ 1,000	-	-	ブロック+葦土	連節ブロック		107.4	2.76
阿久比川	アサヒカワ	S51~S53	○	南岸	内岸、根固上・周辺	河岸	低草叢茂	9.2	28.0	1/ 0.5	1/ 790	156	70	ブロック	フシ葦		230.5	3.92
森前川(上)	モリマカワ	S51~S53	○	片岸	内岸	河岸	低草叢茂	6.2	7.0	1/ 1.5	1/ 500	60	31	ブロック			20.7	1.60
森前川(下)	モリマカワ	S54~S57	○	片岸	のり面周辺・根固上	のり面	低草叢茂	6.2	7.0	1/ 1.5	1/ 500	-	-	ブロック+葦土	一部ブロック		20.7	1.44
飯野川	イノカワ	S47~S48	○	南岸	内岸、根固上・周辺	河岸	低草叢茂	16.4	11.4	1/ 0.5	1/ 150	105	68	ブロック	部分ブロック	落蓋工	133.1	2.53
朝倉川(上)	アサカワ	S49~S59	○	南岸	交互、根固上・周辺	のり面	高草叢茂	34.8	19.2	1/ 2.0	1/ 300	-	-	連節ブロック	法から連続		63.2	1.35
朝倉川(下)	アサカワ	H元~H2	○	片岸	内岸	のり面	低草叢茂	34.8	19.2	1/ 2.0	1/ 300	330	41	連節ブロック	法から連続		63.2	1.35
内津川	ウチツカワ	S55~H9	○	不規則	湿地状	河岸	低草叢茂	103.6	15.0	1/ 2.0	1/ 400	-	-	根固め・葦土		落蓋工	94.8	2.11
戸内川	トノカワ	S57~S61	○	片岸	内岸	のり面	高草叢茂	30	45.0	1/ 1.0	1/ 140	160	55	ブロック			267.4	1.29
戸上川	トノカワ	H2~H9	○	不規則	滞溺・湿地状	河岸	高草叢茂	38	23.8	1/ 1.0	1/ 480	275	10	ブロック			127.1	2.09
根川	ネカワ	H4~	○	不規則	滞溺・湿地状	のり面	高草叢茂	5	24.6	1/ 1.5	1/ 735	660,440	14,10	ブロック+矢板			90.4	1.91

定する重要な要因と推定している。藤田らは川幅の10倍程度以上の長さにわたって、縦断方向に一様に近い川幅縮小が見られた場合を川幅縮小と定義し、川内川及びパウダー川の調査より川幅縮小の有力なシナリオを導き出し、これが、植生繁茂と土砂堆積の相互関係に依存していることを見出した。

一方、中小河川における河岸の形成状況を見ると、根固工上部に土砂が堆積し河岸が形成している場合、湾曲の内岸に土砂が堆積し河岸が形成している場合など、既往の研究には見られないタイプが存在するため、これらを含めた河岸形成の実態及び形成条件を整理する必要がある。

本研究では中小河川を対象にして、過去に河床を平坦化した区間を抽出し、平坦化した後の河岸形成の有無、河岸が形成されている場合には、形成された河岸の実態を把握した。また、これらと河川特性との関係を明らかにし、河岸形成の有無を判別する予測方法について検討を行い提案する。

なお、本研究では低水路沿いに土砂が堆積し、かつ、ここに植物が侵入し水生生物の生息場所として機能すると推定される状況に至った場合を「河岸」と定義し、土砂が堆積しただけで植物の侵入が認められない場合は「河岸」として扱わなかった。

2. 方法

(1)対象区間の選定

河床を平坦化した後の河岸の形成状況を把握するために岐阜県、静岡県、愛知県及び三重県の4県の河川を対象としてアンケート及び資料の収集を行い、河床平坦化した後河岸が明確に形成されている河川、河岸

が形成されず河床が平坦化したままの区間を抽出した。抽出する区間は河床を平坦化した延長が川幅の10倍程度以上の区間で概ね5年以上経過した区間とした。区間の平均河床勾配は1/120~1/2,200とした。抽出した区間は表-1に示す22河川32区間である。

(2)河岸形成状況調査

22河川32区間を対象として河岸形成状況調査を現地にて実施した。調査では、河岸の状況を把握するために平面図上に低水路法線、水際線を記入し、形成されている河岸の空間分布を明確にした。また、この平面図上に河岸上の植生繁茂状況(低草、高草)をスケッチで記入し、写真撮影を実施した。また、形成された河岸の比高を明確にするため、対象区間から代表断面を一つ選定し、レベルと巻尺による簡易的な横断測量を実施した。

(3)河川特性調査

各県より収集した資料および簡易調査から河川特性の把握を行った。県から、河川の概要を記入した様式(改修前後)を収集した。また、現地においては河床材料の状況として現地で代表的な地点の平均的な粒径を目視により把握した。

河道特性として整理した内容は、河床勾配I、河床幅と法勾配I_n、河道の中心線に沿った曲率半径rと湾曲角θであり、河川構造物に関する内容としては法覆工、根固工、床止工の設置状況を把握した。また、水深h、低水路幅B、掃流力等河道特性値については、県の資料に基づき2年1回起きる確率の洪水(以下『1/2確率洪水』)を降雨強度式より降雨を算出し合理式で流量qを算定し、水深hはManningの平均流速公式

($U = 1/n * R^{2/3} * I^{1/2}$) より算出した。

(4) 調査結果の整理方法と予測手法の提案

調査結果は河岸形成が明確に見られた場合と河床が平坦なままで河岸形成が見られない場合の2つに分類した。明確に河岸が形成された場合には、河岸が形成された空間パターンを把握し、河岸が①片岸のみに形成、②両岸に形成、③不規則に形成、の3パターンに分類した。また、各パターンの形成要因を、出水時に形成される河床形状を土砂水理学的観点から検討し、取りまとめた。また、河床を平坦化した後河岸が形成されなかった場合にも、同様の検討を行い、河岸が形成されない要因を取りまとめた。最後に、河床を平坦化した後に河岸が形成されるシナリオを取りまとめ、流域特性や河道特性量を判定材料とし、河岸形成に関する予測手法の提案を行い、本研究で対象とした区間を用いてその精度を検証した。

3. 結果

(1) 河岸形成要因と形成パターンの検討

河岸形成状況の概要を表-1に示す。河岸形成が明確なのは22区間であり、7区間は平坦のままであった。また、3区間は土砂が河道内に不規則に堆積し、河岸形成の判断が難しかった。

河岸形成が明確な22区間について形成要因を分析すると、a) 交互砂州の発生に伴い河岸が形成される、b) 湾曲に伴う寄州により内岸側に河岸が形成される、c) 水際に設置した構造物上若しくは構造物に沿って土砂が堆積して河岸が形成される、の3つが形成要因として考えられた。

a) 交互砂州の発生に伴い河岸形成

この形状は河川内では瀬と淵を形成し、左右交互に河岸が形成しているもの(仁科川ほか1区間)及び河岸が波打つもの(糸貫川上流ほか1区間)で、洪水時の交互砂州の発生により、平常時に水上に河床が出現し、そこに植生が繁茂したものと考えられる。

b) 湾曲に伴う寄州により内岸側に河岸形成

河道が湾曲形状を示し、内岸に堆積し河岸を形成しているもの(稻生沢川(下)ほか11区間)で、洪水時に湾曲の内岸に寄州が発生し、平常時には水上に出現し、そこに植生が繁茂したものと考えられる。

c) 水際に設置した構造物上若しくは構造物に沿って土砂が堆積して河岸が形成

根固めの上部やその周辺に河岸を形成しているもの(鞍流瀬川ほかを7区間)、植生の繁茂している法面周辺に河岸形成しているもの(浅畑川(下)ほか3区間)で、構造物の周辺に堆砂し、そこに植生が繁茂したものと考えられる。

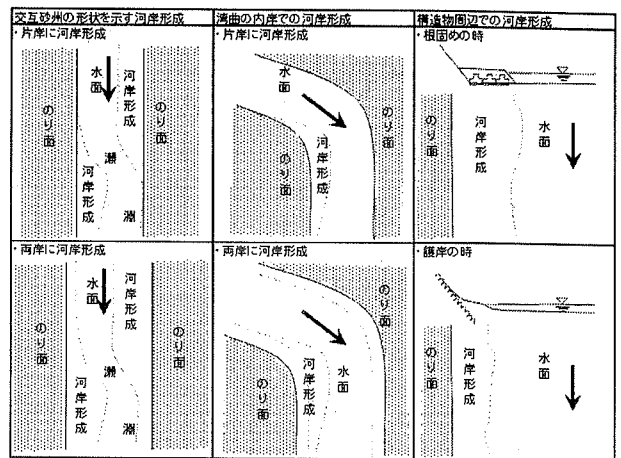


図-1 河岸形成のイメージ

実際の河岸形成パターンは、これらの形成要因の1つもしくは2つ以上が複合的に作用し河岸が形成されていると推定された。図-1に形成パターンのイメージ図を示す。交互砂州の形状を示す河岸形成及び湾曲の内岸での河岸形成の上段は一つの形成要因によって河岸が形成された場合であり、下段は2つの形成要因により形成されたパターンを示す。要因の組み合わせとして多かったのは、c) 水際に設置した構造物上もしくは構造物に沿って土砂が堆積し、ここにa)もしくはb)の要因が重なって形成されている場合である。

ところで、堆砂してる箇所はほぼ全区間で植物が繁茂していることが確認できた。既往の研究からも植物が出水時に土砂を補足することが河岸形成に寄与することが指摘されているが⁵⁾、今回のケースでも、a)~c)の形成要因により堆砂が始まり、更に植物の繁茂が土砂堆積を促進する、という形成プロセスが、河岸形成に重要な役割を果たしていることが示唆された。

(2) 河岸形成要因別に見た形成条件の検討

a) 交互砂州に伴う河岸形成の条件

各対象区間における交互砂州発生状況と交互砂州の発生領域区分との関係を見るため、各対象区間における河道特性量を計算し、河床材料が移動を開始してから単列砂州が維持されるまでの範囲を、水深を縦軸にして示した。ここで、水深1.0は1/2確率洪水時の流量に対応した水深を示す。なお、交互砂州の発生領域区分図は黒木ら⁷⁾が提案したものをを用いた。結果を図-2に示す。交互砂州が明瞭に発生しているケースを見ると、1/2確率洪水時に概ね交互砂州の発生領域に該当することから、既存の領域区分図に基づく交互砂州の発生状況の判定は概ね妥当であることが解る。一方、湾曲に伴う河岸形成、構造物に伴う河岸形成が見られる区間は、前者と比較して交互砂州が発生するレンジが水深の小さい方に分布しており、1/2確率洪水時には交互砂州の発生領域からはずれる場合が多いことがわかる。

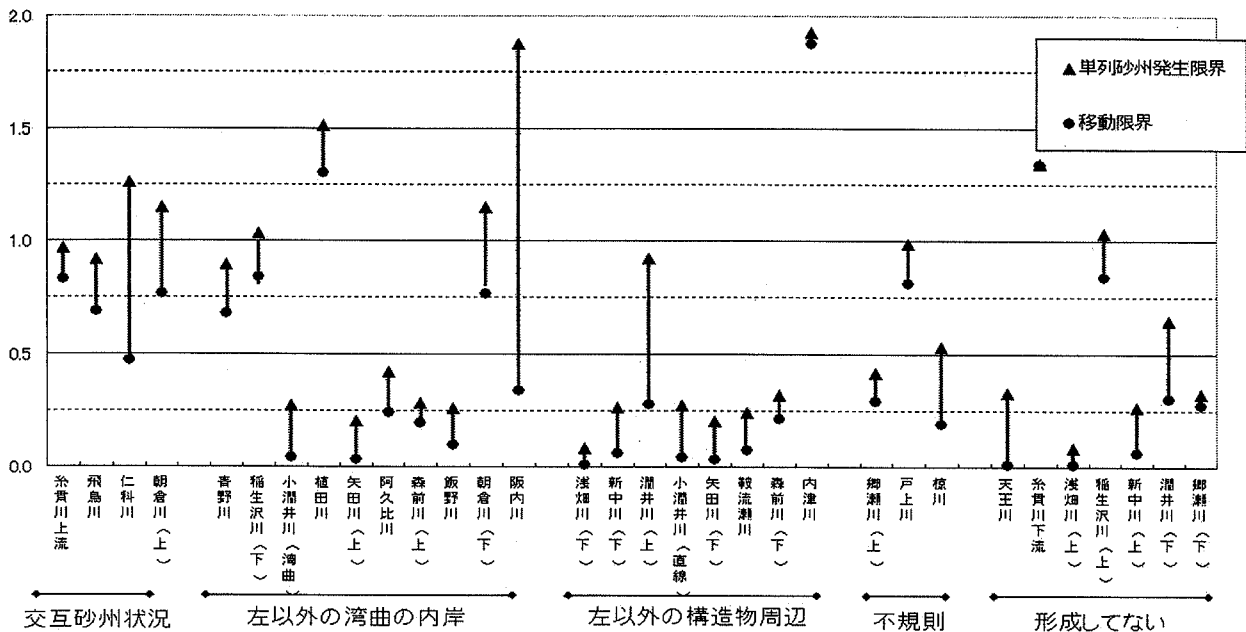


図-2 河床材料の移動限界と砂州発生限界と1/2確率洪水の水深との比率

b) 湾曲に伴う河岸形成の条件

湾曲に伴う寄州が、どのような条件下で明瞭に形成されるかについてはあまり明確になっていない。湾曲部における砂州の発生状況については山本⁸⁾が湾曲角 θ と湾曲率 r/B で整理していることから、ここでも、平面形状に湾曲が認められる区間を対象として、湾曲角と湾曲率に基づき寄州の形成状況について整理する。結果を図-3に示した。湾曲部内岸に寄州が見られる区間と見られない区間に分け表示した。湾曲部の内岸側に寄州が発生し、河岸形成が明確になるのは、湾曲角が 20° 以上であることが解り、湾曲率は1.4以下で分布していた。

c) 構造物に伴う河岸形成の条件

本研究で対象とした区間に確認できた護岸の種類はブロック護岸、コンクリート護岸、フトン籠、接続ブロック、蛇籠、石積、矢板及び覆土芝張であり、根固工の種類は十字ブロック、フトン籠、接続ブロックのエプロンであった。

この中で、河岸形成が見られたのは、根固工や接続ブロック、蛇籠が連続して設置してある区間に多く、32区間中11区間で土砂の堆積と植物の侵入により河岸が形成されていた。ただし、湾曲部の外岸側に根固工や接続ブロックが設置してある朝倉川及び小潤井川の一部の区間では出水時の流速が大きいいためか、河岸を形成していなかった。根固工がなくコンクリートブロックのみが護岸に設置されている場合は河岸形成が認められなかったが、糸貫川上流の石積護岸や森前川(下)などの覆土の区間では、護岸沿いに土砂が堆積し、そこに植生が繁茂して河岸の形成が認められた。

低水路沿いに設置された護岸や根固工は出水時に低水路近傍の流速を低下させ、土砂の堆積を促進し、植物の生育基盤となることが知られている。例えば、宇多ら⁹⁾は、水際沿いにマウンドを設置すると、ここに

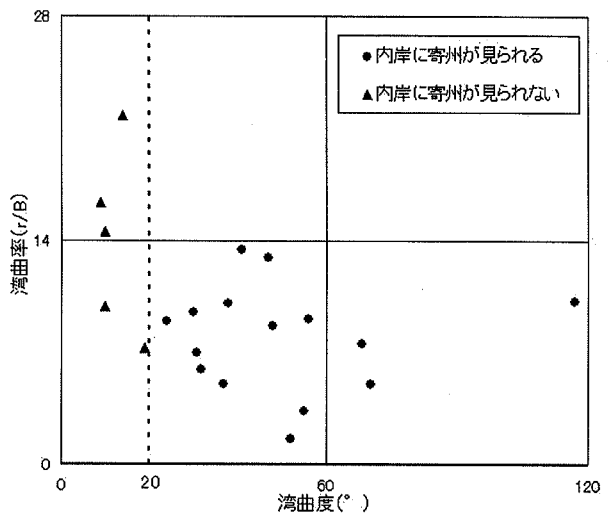


図-3 湾曲角 θ と湾曲率 r/B

土砂が堆積し自然河岸の形成に効果的であることを示しているが、水際沿いに設置した根固工はみお筋が低下すると、マウンドと同様の効果を発揮し河岸形成に寄与するものと考えられる。また、蛇籠、フトン籠、カゴマットなどは空隙に土砂を充填することにより、植生が繁茂することが知られており¹⁰⁾、本研究で河岸形成が見られるケースは、低水路河岸の土砂堆積を誘因しやすく、土砂堆積後に植生基盤となりやすい構造であったと推測できる。

ただ、どのような護岸や根固工の構造であれば土砂が効果的に堆積するのか、その定量的な関係については明らかにならなかった。

(3) 河岸形成されない場合の条件の検討

河岸形成されなかったのは32区間中7区間であった。(2)で整理した河岸形成条件との関係を見ると、稻生沢川は交互砂州の発生領域に、浅畑川(上)は法面が蛇籠、天王川は護岸の一部にフトン籠が設置され、3区間

のみは河岸形成の条件を満たすが、実際に河岸の形成は認められなかった。ここでは、この3区間について、河岸が形成されなかった理由を考察し、河岸が形成されない場合の条件について整理する。

a) 流域からの土砂の供給が少ない

天王川では、一部河岸にフトン籠が設置されているが、河岸の形成が見られない。これは、天王川が内水河川であり、流域内に土砂生産源が見られないことに起因しているものと推測される。皆川ら¹¹⁾が山梨県の中小河川を対象に実施した土砂供給量の多少と河川改修後の景観変化との研究では、内水河川で土砂供給量が僅かな河川の場合、河川改修後平坦な河床が長期間維持されることが示されており、今回の調査もこれを追試する結果となった。

ただし、今回対象とした河川で河岸形成が見られた区間の中には、流域内に分布する畑地のみが土砂生産原（例えば、糸貫川）と考えられる場合もあることに留意が必要であろう。すなわち、河岸形成に寄与する土砂生産原については、流域内の起伏量や地質⁸⁾、崩壊地の有無¹²⁾だけでなく、畑地のような河道内の地形形成に寄与しているとは考えられなかった場を念頭に置くことが必要であろう。

b) 水深が大きく、植生の侵入が困難

浅畑川（上）では、右岸側の法面は蛇籠で左岸側は巨石を杭で押さえたものであるが、河岸の形成が見られない。これは、左右岸の法勾配が大きく低水路に沿いの水深が30~80cmと急激に大きくなっているため、洪水時に土砂が堆積しても、植物の侵入が難しく、植物による更なる土砂の堆積を促進できないことが、その理由として考えられる。浅畑川（下）で法面が緩勾配で平常時の水深が小さな場合には、河岸形成が見られことも、この理由の裏付けるものである。

稲生沢川では、対象区間の直下にラバー堰があり、平常時は湛水域となる。このため、洪水時の土砂堆積に伴い形成された河岸は平常時に水没し、植生の侵入が困難となり、更なる土砂の堆積と河岸の形成が困難となっている。

このように、低水路沿いの平常時水深が、形成される河岸の高さと比較して大きい場合には、植生の侵入が困難となり、河岸の形成が生じない可能性が推察された。

4. 河岸形成要因のまとめ

以上より22河川32区間の中小河川の河岸形成の主要な要因は①交互砂州に伴うもの、②湾曲に伴うもの、③構造物によるものであったが、④流域からの土砂供給が少ない、場合は、河岸の形成が期待できない場合があること、また、①~③の条件にあっても、⑤平常

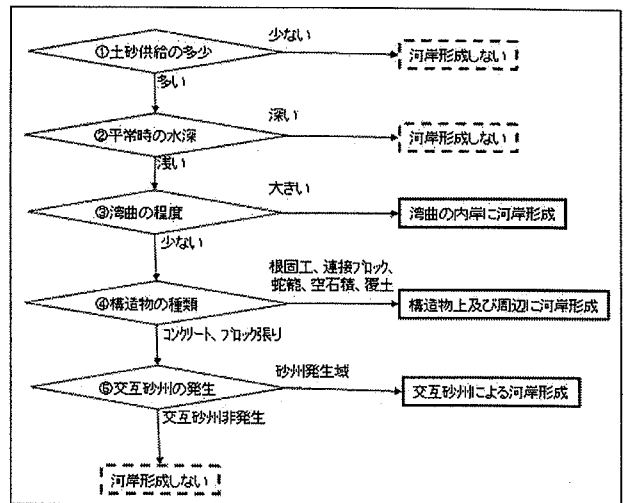


図-4 河岸形成に関する予測フロー

時の水深が大きく、植物の侵入が困難な場合には更なる土砂の堆積が起きず、河岸形成に至らない場合が、シナリオとして考えられる。

以上の結果に基づき、河岸形成の予測フロー及び判別条件を整理してみる。

5. 河岸形成を予測する手法の提案

(1) 河岸形成の判定システムの提案

上記、研究により以下のとおり、各項目の判別方法を整理し、その図-4にフローを提案する。

本フローでは、河岸形成を阻害する要因に基づき河岸形成の有無を最初に判断し、次に、河道や構造物の設置状況により河岸形成の有無を判断することとした。

- ① 土砂供給の多少：対象区間より上流域（但し、ダム等土砂を遮断する施設のある流域を除く）が土砂を供給しやすい表層地質、山地崩壊斜面、畑及び荒地があるとき流域からの土砂供給が多いとし、これら土砂供給源がないときは河岸形成しないとした。
- ② 平常時の水深：水際の法勾配が大きく急激に深く平常時に水深が30cm以上になる、もしくは、下流のラバー堰などの施設により平常時の水深が確保されているときは平常時の水深が深いとし、河岸形成しないとした。
- ③ 湾曲の程度：湾曲率 r/B が1.4以下で、かつ湾曲度が 20° 以上のとき湾曲の内岸に河岸形成するとした。
- ④ 構造物の種類：低水路沿いに連接ブロック、蛇籠、空石積、根固工が設置されている、もしくは、法面が水面まで覆土されているとき構造物上及び周辺に河岸形成するとした。
- ⑤ 交互砂州の発生：概ね1/2確率洪水で交互砂州の発生域（移動限界、単列砂州の発生限界の間）にあるとき交互砂州による河岸形成とした。ただし、中小河川を対象とした代表流量については既往の知見に乏しい

表-2 河岸形成の判定結果

調査区間	河岸の形成状況		①土砂供給の多少		②平常時の水深等		③濁曲の程度		④構造物の種類			⑤交互砂州の発生	
	位置	形成状況	土砂供給	河岸形成予測結果	水深等	河岸形成予測結果	濁曲	河岸形成予測結果	根固の	護岸など	河岸形成予測結果	砂州	河岸形成予測結果
天王川	-	-	少ない	形成せず	-	-	-	-	-	防犯フェンス	-	-	(非発生)
赤賀川上流	両岸	交互、内岸、のり岡	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	石積み	次へ	発生
赤賀川下流	-	-	-	次へ	-	次へ	-	-	次へ	-	ブロック	次へ	(移動無し)
飛鳥川	片岸	交互、内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	次へ	発生
浅畑川(上)	-	-	-	次へ	30cm以上	形成せず	-	-	-	-	-	-	(非発生)
浅畑川(下)	片岸	のり岡周辺	-	次へ	-	次へ	-	次へ	-	右岸：覆土	法風間	次へ	(非発生)
菅野川	両岸	内岸、根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	法から連続	連節ブロック	次へ	(非発生)
仁科川	片岸	交互砂州	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	ブロック	次へ	発生
榎生沢川(上)	片岸	内岸	-	次へ	ラバー堤	形成せず	-	-	-	-	ブロック	-	発生
榎生沢川(下)	-	-	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	-	発生
新中川(上)	片岸	のり岡周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	矢板	次へ	(非発生)
新中川(下)	両岸中央	根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	覆土、矢板	法風間	次へ	(非発生)
瀬舟川(上)	両岸	根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	十字ブロック	ブロック	溝造り	発生
瀬舟川(下)	両岸	根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	ブロック	溝造り	溝造り	発生
小瀬川(上)	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	根固工	ブロック	溝造り	(非発生)
小瀬川(中)	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	-	(非発生)
郷瀬川(上)	不規則	溝筋、埋地状	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	ブロック	次へ	(移動無し)
郷瀬川(下)	-	-	-	次へ	-	次へ	-	-	-	河床全面石積み	ブロック	次へ	(非発生)
矢田川(上)	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	-	(非発生)
矢田川(下)	不規則	流心埋設より石岸	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	ブロック	次へ	(非発生)
軽流瀬川	両岸	根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	連続ブロック	ブロック+覆土	溝造り	(非発生)
阿久比川	両岸	内岸、根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	フシ葎	ブロック	溝造り	(非発生)
森前川(上)	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	-	(非発生)
森前川(下)	片岸	のり岡、根固上	-	次へ	-	次へ	-	-	-	一部ブロック	ブロック+覆土	溝造り	(非発生)
銀野川	両岸	内岸、根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	部分ブロック	ブロック	溝造り	(非発生)
朝倉川(上)	両岸	交互、根固上、周辺	-	次へ	-	次へ	-	-	-	次へ	法から連続	連節ブロック	溝造り
朝倉川(下)	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	法から連続	連節ブロック	溝造り	発生
内津川	不規則	埋地状	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	溝造り	溝造り	(移動無し)
阪内川	片岸	内岸	-	次へ	-	次へ	-	発生	護曲内岸	-	ブロック	-	発生
戸上川	不規則	溝筋、埋地状	-	次へ	-	次へ	-	-	-	-	ブロック	次へ	発生
堀川	不規則	溝筋、埋地状	-	次へ	-	次へ	-	-	-	シールド工	次へ	次へ	(非発生)

ため、本流量時の水深に対して±10%に対応する水量に基づき交互砂州の発生領域を判定した。

いた。ここに記して感謝の意を表す。

(2) 判定結果

32区間で判別を実施すると、河岸の形成の有無については29区間で実態と整合した。3区間については河岸が形成しているのに河岸が形成していないと判別された。整合しなかった3河川は郷瀬川(上)、矢田川(下)、椋川である。

郷瀬川(上)と椋川の河岸の形成状況は河川全面に植生が繁茂し、流水部一段と低くなり迷走している状態であった、また、土砂の堆積も多い状態であった。矢田川(下)は流心に構造物があり、溝筋が片方に寄っており、他方に河岸が形成している状態であった。

河岸の形成状況は、ほぼ現地調査と整合していたが、何種類もの要因が関係しているものについてはフローの順位の高いものが見られる傾向がある。河岸形成が判定されても、それ以下の項目のチェックの必要性がみられた。

6. おわりに

しかし、本手法は、河川特性を踏まえて水際の河岸形成の有無を計画段階で判定する可能性を示している。

本研究では、簡易的な方法で河岸形成の判定する方法を提案した。河岸形成に至るプロセスやメカニズムが十分明確になっていないこと、検証事例が少なく、判定手法の適否を十分考察できないこと等に問題を残しており、今後より慎重かつ広範な調査・研究が必要である。

謝辞：対象区間の調査の際には岐阜県、静岡県、愛知県及び三重県の方々に多大なご協力及び資料提供を頂

参考文献

- 1) 河口洋一：水辺の植物が河川性魚類の生態に及ぼす影響 海洋と生物 149 (vol. 25 no. 6) pp. 452-459, 2003.
- 2) 河口洋一, 齊木雅邦, 水野徹, 萱場祐一：水生生物にとっての水際域の機能, 応用生態工学会 第7回研究発表会講演集. pp227-230, 2003.
- 3) 山本晃一, 藤田光一, 佐々木克也, 有澤俊治：河岸形成における水と植生の役割, 土木技術資料35-8, pp. 54-60, 1993.
- 4) 藤田光一, John A. MOODY, 宇多高明, 藤井政人：ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小, 土木学会論文集No. 551/II-37, pp47-62, 1996.
- 5) 塚原隆夫, 藤田光一, 望月達也：植生が繁茂した河川水際の細粒土砂堆積の特性, 第3河道の水路と河川環境に関するシンポジウム論文集, pp. 259-264, 1997.
- 6) 藤田光一, 渡辺敏, 李参熙, 塚原隆夫：礫床河川の植生繁茂に及ぼす土砂堆積作用の重要度, 第4河道の水路と河川環境に関するシンポジウム論文集, pp. 117-122, 1998.
- 7) 黒木幹男, 岸力：沖積河道の流路形態の領域区分に関する研究, 第26回水理講演会論文集, 1982.
- 8) 山本晃一：沖積河川学, 山海堂, 1994.
- 9) 宇多高明, 望月達也, 藤田光一, 平林桂, 佐々木克也, 服部敦, 藤井将人, 平谷渉, 平沼治：洪水流を受けた時の多自然型河岸防壁工・粘性土・植生の挙動 第6編 自然河岸を形成させる手法に関する研究, 土木研究所資料, 第3489号, pp445-503, 1997.
- 10) (財)リバーフロント整備センター：多自然型川づくり河岸を守る工法ガイドブック, 2002.
- 11) 皆川朋子, 島谷幸宏：河川改修後の自然景観の変化に関する一考察：土木計画学研究・論文集 No. 13, 1996.
- 12) 土木学会編：水理公式集 第2編河川編 第3章土砂生産と流出土砂量, pp139-155, 1999.

(2004. 4. 7受付)