

河川総合研究所資料  
第33号

河道の維持管理要領 試案

2018年10月

公益財団法人 河川財団 河川総合研究所



# 河道の維持管理要領 試案

公益財団法人 河川財団 河川総合研究所



## はじめに

平成 23 年、国土交通省河川砂防技術基準 維持管理編が発刊された。平成 9 年の河川法の大幅な改正、平成時代の社会経済状況や河川管理組織体制を受けたものであり、いままで曖昧であった河川の維持管理の目的、維持管理計画、維持管理目標、河川の状態把握、河道の維持管理対策、施設の維持管理対策等の指針を示したものである。ここに行政行為としての河川の維持管理の在り方が規定された。

従来、維持管理というと巡視・点検を通した河川構造物の機能劣化の発見と補修、河川の適切な利用の確保を目的としたものであり、点検技術、劣化に対応する方針が暗黙知として蓄積されており、その経験を維持管理編にルール化（**第 6 章 施設の維持管理対策**）したといえる。これに**第 5 章 河道の維持管理対策**が付加されている。河道地形や植生は、洪水や河川への人為的技術行為により変化・応答するものであるが、それに対して、河道形状および表層状態を技術行為により、ある維持水準に確保するという項が維持管理の体系の中に位置付けられたのである。

河道の維持管理に当たっては、河道の変化を読み取り、時間軸の中で、適切な対応をとることが求められる。これは、人工構造物である河川管理施設の維持管理と異なり、河道の過去、現在、未来に対する情報の整理と予測という高度な技術行為を必要とする。もちろん、人工構造物である河川管理施設もそれが設計された時点における河道状況（近未来を含む状況）を与件として設計されたものであり、維持管理に当たっては、与件として与えられた河道状況と現在および近未来の河道状況を比較する行為が必要であるが、河道の維持管理という行為を通してそれが担保されるのである。なお、河道の維持管理という行為より、河川構造物の補強や改造のほうが経済的であれば、河道の維持管理ルールの変更ということもあり得る。その意味で、河道の維持管理は河川構造物の維持管理と相互連関関係にあるものである。

維持管理編発刊後、河川管理施設の維持管理行為について、国土交通省国土水管理局から指針、手引き等が公布されたが、河道の維持管理については公的な手引き類が発刊されていない。そこで、ここ 16 年余の河川維持管理に関する財団の調査研究成果等を踏まえ、「河道の維持管理要領」試案を編集した。この試案は河川財団河道管理勉強会が独自に編集・執筆したものであり、公的な統制力を持つものではない。議論の活性化を期待したい。

編集・執筆者等名簿（2018年9月現在）

河道管理勉強会メンバー

山本晃一	公益財団法人河川財団 勉強会代表
鈴木克尚	公益財団法人河川財団
石原正義	公益財団法人河川財団
中島波留奈	公益財団法人河川財団
滝本慎二	公益財団法人河川財団
森永泰司	公益財団法人河川財団
綿島敬太	公益財団法人河川財団
吉田勢	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
伊藤英恵	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
小川愛子	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
阿左美敏和	株式会社建設技術研究所
須賀龍太郎	株式会社建設技術研究所
箕浦靖久	株式会社建設技術研究所
中島克人	株式会社建設環境研究所
倉光大助	中央開発株式会社
佐々木博章	中央開発株式会社
川邊真	株式会社東京建設コンサルタント
小澁晴信	株式会社東京建設コンサルタント
伊藤要	株式会社東京建設コンサルタント
茂木鉄平	株式会社東京建設コンサルタント
妹尾泰史	株式会社東京建設コンサルタント
秋田麗子	日本工営株式会社
加藤授人	株式会社日水コン
小澤淳真	株式会社パスコ
清原正道	パシフィックコンサルタンツ株式会社
樋口敬芳	パシフィックコンサルタンツ株式会社

# 目 次

はじめに

## 第 1 編 河道の維持管理とは

1.1 序論.....	1-1
1.1.1 河川管理と河川維持管理の関係.....	1-1
1.1.2 河川維持管理と河道の維持管理の関係.....	1-1
1.1.3 河道の維持管項目の内容.....	1-6
1.1.4 河川の維持管理計画における河道の維持管理の位置.....	1-8
1.1.5 河川整備計画，河道計画，河川環境管理計画との関係.....	1-10
1.2 河道の維持管理項目と維持管理目標.....	1-10
1.2.1 河道の維持管理項目と維持管理の原則.....	1-10
1.2.2 河道の流下断面の維持管理目標と対応.....	1-11
1.2.3 流下能力の確保の観点からの河道内植生の維持管理の内容と目標.....	1-15
1.2.4 河床低下に対する維持管理の内容と目標.....	1-17
1.2.5 河岸の維持管理の内容と目標.....	1-18
1.2.6 河口部の維持管理の内容と目標.....	1-18
1.3 河道の維持管理から見た河道内施設との関係.....	1-19
1.4 河川環境の整備と保全と河道の維持管理の関係.....	1-19

## 第 2 編 河道の点検

2.1 総説.....	2-1
2.1.1 目的.....	2-1
2.1.2 適用範囲.....	2-2
2.1.3 点検の対象.....	2-3
2.1.4 目視点検の実施時期.....	2-3
2.2 河道の点検.....	2-5
2.2.1 流下能力.....	2-5
2.2.2 樹木群.....	2-6
2.2.3 河床低下・局所洗掘.....	2-7
2.2.4 河岸侵食.....	2-8
2.2.5 河口砂州の点検.....	2-10

## 第 3 編 河道の状態把握および記録要領

3.1 総説.....	3-1
-------------	-----

3.1.1	目的	3-1
3.1.2	適用範囲	3-1
3.1.3	河道の状態把握の対象	3-2
3.1.4	河道の状態把握の実施時期	3-3
3.1.5	河道の状態把握の手法	3-3
3.1.6	河道の状態把握の実施者と実施時期	3-4
3.2	記録と活用	3-4
3.2.1	基本データの収集	3-4
3.2.2	河川カルテ	3-4
3.2.3	河道特性情報集の情報項目と情報の加工	3-5

## 第4編 河道状態の分析・評価

4.1	総説	4-1
4.1.1	河道状態の分析・評価の目的	4-1
4.1.2	治水面での分析・評価の対象項目	4-2
4.1.3	治水面での分析・評価の手順	4-2
4.2	河道の量的安全性の評価	4-4
4.2.1	河道の流下能力評価	4-4
4.2.2	河道内樹木群の機能評価	4-6
4.2.3	河口部機能の評価	4-10
4.3	河道の質的安全性の評価	4-12
4.3.1	河道の質的安全性機能評価の内容	4-12
4.3.2	低水路局所洗堀の評価	4-14
4.3.3	高水敷側方侵食の評価	4-15
4.3.4	その他の項目の評価	4-16
4.4	河道機能の低下要因の分析と評価結果の整理	4-24

## 第5編 河道の維持管理対策要領

5.1	総説	5-1
5.1.1	目的	5-1
5.1.2	点検評価時期	5-1
5.2	河道の維持管理対策の対応レベルと内容	5-2
5.2.1	河道の維持管理対策の対応レベル	5-2
5.2.2	河道の量的安全性の確保	5-2
5.2.3	河道の質的安全性の確保	5-3

5.2.4 その他の項目 .....	5-4
<b>5.3 流下能力不足区間における維持管理対策手法 .....</b>	<b>5-5</b>
5.3.1 流下能力不足区間における対応手段.....	5-5
5.3.2 維持掘削後の河道安定性の検討.....	5-15
5.3.3 流下能力不足区間の河道管理と植生管理の関係.....	5-16
<b>5.4 河床低下に対する維持管理対策手法 .....</b>	<b>5-17</b>
5.4.1 河床低下の原因.....	5-17
5.4.2 平均河床高低下対策.....	5-18
5.4.3 局所洗掘軽減対策 .....	5-19
5.4.4 粘性土・軟岩露出区間の河道の維持管理対策 .....	5-19
<b>5.5 河岸の維持管理対策手法 .....</b>	<b>5-29</b>
5.5.1 河道計画における河岸侵食対策の考え方.....	5-29
5.5.2 護岸・水制による対処 .....	5-33
5.5.3 低水路法線の修正による対処 .....	5-44
5.5.4 ベーン工による対処.....	5-45
<b>5.6 河道内植生の維持管理対策手法.....</b>	<b>5-48</b>
5.6.1 植生管理の必要性と判断.....	5-48
5.6.2 樹木群の維持管理対策の検討 .....	5-50
<b>5.7 河口部の対策手法 .....</b>	<b>5-56</b>
<b>5.8 河道の維持管理対策後の河道の監視・記録.....</b>	<b>5-64</b>

## **第 6 編 河道変化に対する河川管理施設の機能劣化対策**

<b>6.1 総説.....</b>	<b>6-1</b>
6.1.1 河川管理施設の機能確保と河道の維持管理.....	6-1
<b>6.2 河川管理施設の維持管理対策 .....</b>	<b>6-2</b>
6.2.1 護岸・水制 .....	6-2
6.2.2 横断構造物 .....	6-4
6.2.3 橋脚.....	6-8
6.2.4 取排水施設 .....	6-10



## 第1編 河道の維持管理とは

### 1.1 序論

#### 1.1.1 河川管理と河川維持管理の関係

河川管理の目的および河川管理の原則は、河川法第一条および第二条に規定されている。

第一条 この法律は、河川について、洪水、高潮等による災害の発生が防止され、河川が適正に利用され、流水の正常な機能が維持され、及び河川環境の整備と保全がされるようにこれを総合的に管理することにより、国土の保全と開発に寄与し、もって公共の安全を保持し、かつ、公共の福祉を増進することを目的とする。

第二条 河川は、公共用物であつて、その保全、利用その他の管理は前条の目的が達成されるように適正におこなわれなければならない。

また、第十六条において、「河川管理者はその管理する河川について、計画高水流量とその他当該河川の河川工事及び河川の維持（次条において「河川の整備」という）について基本となるべき方針に関する事項（以下「河川整備基本方針」という。）を定めておかななければならない。」とし、また第十六条の二において、「河川管理者は、河川整備基本方針に沿って計画的に河川の整備を実施すべき区間について、当該河川の整備に関する計画（以下「河川整備計画」という。）を定めておかななければならない。」とした。

河川整備計画に定める事項としては、政令 第十条の 3 において

一 河川整備計画の目標に関する事項

二 河川の整備の実施に関する事項

イ 河川工事の目的、種類及び施行の場所並びに当該河川の施行により設置される河川管理施設の機能の概要

ロ 河川の維持の目的、種類及び施行の場所

としている。河川の維持管理を計画的に実施することが河川管理者に求められているのである。

平成 23 年 5 月に策定された「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」は、河川法に規定された河川の維持管理について具体的に定めたものであり、「河川維持管理に必要とされる主要な事項を定め、もって適正な管理に資することを目的とする。」としている。

なお、平成 23 年 5 月に策定された「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」は、平成 27 年 4 月、調査編（平成 24 年編 6 月版）の編集方針に合うよう、また内容を微修正して改定された。

#### 1.1.2 河川維持管理と河道の維持管理の関係

維持管理編の構成を目次で見してみる。目次は、章、節、小節、小小節の 4 段の階層構造となっているが、ここでは、章、節の 2 段までを記す。なお、平成 27 年 4 月の修正・付加された部分を括弧内に示した。構成に大きな変化はない。

## 目次

- 第 1 章 総説
  - 第 1 節 目的
  - 第 2 節 維持管理の基本方針
  - 第 3 節 適用範囲
- 第 2 章 河川維持管理に関する計画
  - 第 1 節 河川維持管理計画
  - 第 2 節 サイクル型維持管理
- 第 3 章 河川維持管理目標
  - 第 1 節 一般
  - 第 2 節 河道流下断面（に係わる目標設定）
  - 第 3 節 施設の維持管理（に係わる目標設定）
  - 第 4 節 河川区域等の適正な利用（に係わる目標）
  - 第 5 節 河川環境の整備と保全（に係わる目標）
- 第 4 章 河川の状態把握
  - 第 1 節 一般
  - 第 2 節 基本データの収集
  - 第 3 節 堤防点検等のための環境整備
  - 第 4 節 河川巡視
  - 第 5 節 点検
  - 第 6 節 河川カルテ
  - 第 7 節 河川の状態把握の分析、評価
- 第 5 章 河道（流下断面）の維持管理（のための）対策
  - 第 1 節 河道の流下断面の確保・河床低下対策
  - 第 2 節 河岸の対策
  - 第 3 節 樹木の対策
  - 第 4 節 河口部の対策
- 第 6 章 施設の維持管理（及び修繕・）対策
  - 第 1 節 河川管理施設一般
  - 第 2 節 堤防
  - 第 3 節 護岸
  - 第 4 節 根固工
  - 第 5 節 水制工
  - 第 6 節 樋門・水門
  - 第 7 節 床止め・堰
  - 第 8 節 排水機場
  - 第 9 節 陸閘
  - 第 10 節 河川管理施設の操作
  - 第 11 節 許可工作物
- 第 7 章 河川区域等の維持管理対策
  - 第 1 節 一般
  - 第 2 節 不法行為への対策
  - 第 3 節 河川の適正な利用
- 第 8 章 河川環境の維持管理対策
- 第 9 章 水防等のための対策
  - 第 1 節 水防のための対策
  - 第 2 節 水質事故対策

平成 23 年に制定された維持管理編は、河川管理行為における維持管理の目的、範囲を規定し、河川管理行為の一環として、維持管理目標を定め、収集された維持管理情報を整理・蓄積し、河川状況を分析、評価し、維持管理対策の実行、河川整備計画の修正へ向けた方針策定という、一連のサイクル型管理体制を目指すものであるといえる。維持管理は、河川整備計画（河川法第十六条）および河川砂防技術基準 計画編（第三章、第五章）、調査編（第四章）、さらに構造物の設計（第五章、第六章）と密接にリンクするものとなった。すなわち、それら全体を繋ぐ共通項・役割として、河川に関わる情報の蓄積、記号化、流通という情報システムの重要性が増し、共通に使えるシステムの早急な構築をなさざるを得なくなり、その整備が進められている。

平成 25 年（2013）6 月 21 日には、「水防法及び河川法の一部を改正する法律」が公布され、一部の規定を除き、同年 7 月 11 日に施行された。この改正法により河川管理施設又は許可工作物の維持又は修繕の義務が管理者に課せられた。維持又は修繕に関する規定は同年 12 月 11 日に施行された。

この改定の背景は、高度成長期に整備された河川管理施設や許可工作物の老化や劣化が見込まれ、良好な状態に保たれるよう維持又は修繕の義務を明確化し、管理者が遵守すべき技術基準を定めたものである。以下にその概要を示す。なお、河道は河川管理施設又は許可工作物の範疇に含まれず、下記の規定は適用されない。

#### （1）河川法の改正（河川管理施設等の維持又は修繕）

第 15 条の 2 河川管理施設又は許可工作物の管理者は、河川管理施設又は許可工作物を良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって公共の安全が保持されるように努めなければならない。

2 河川管理施設又は許可工作物の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術的基準は、河川管理施設又は許可工作物の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

#### （2）河川法施行令（河川管理施設等の維持又は修繕に関する技術的基準等）

第 9 条の 3 法第 15 条の 2 第 2 項の政令で定める河川管理施設又は許可工作物（以下この条において「河川管理施設等」という。）の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、次のとおりとする。

一 河川管理施設等の構造又は維持若しくは修繕の状況、河川の状況、河川管理施設等の存する地域の気象の状況その他の状況（次号において「河川管理施設等の構造等」という。）を勘案して、適切な時期に、河川管理施設等の巡視を行い、及び草刈り、障害物の処分その他の河川管理施設等の機能（許可工作物にあっては、河川管理上必要とされるものに限る。）を維持するために必要な措置を講ずる こと。

二 河川管理施設等の点検は、河川管理施設等の構造等を勘案して、適切な時期に、目視その他適切な方法により行うこと。

三 前号の点検は、ダム、堤防その他の国土交通省令で定める河川管理施設等にあっては、1 年に 1 回以上の適切な頻度で行うこと。

四 第二号の点検その他の方法により河川管理施設等の損傷、腐食その他の劣化その他の異

状があることを把握したときは、河川管理施設等の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずること。

2 前項に規定するもののほか、河川管理施設等の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、国土交通省令で定める。

(3) 河川法施行規則（河川管理施設等の維持又は修繕に関する技術的基準等）

第7条の2 令第9条の3第1項第三号の国土交通省令で定める河川管理施設等は、次に掲げるものとする。

一 ダム（土砂の流出を防止し、及び調節するため設けるもの並びに基礎地盤から堤頂までの高さが15メートル未満のものを除く。）

二 堤防（堤内地盤高が計画高水位（津波区間にあつては計画津波水位、高潮区間にあつては計画高潮位、津波区間と高潮区間とが重複する区間にあつては、計画津波水位又は計画高潮位のうちいずれか高い水位）より高い区間に設置された盛土によるものを除く。）

三 前号に掲げる堤防が存する区間に設置された可動堰

四 第二号に掲げる堤防が存する区間に設置された水門、樋門その他の流水が河川外に流出することを防止する機能を有する河川管理施設等

2 令第9条の3第2項の国土交通省令で定める河川管理施設等の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、同条第1項第二号の規定による点検（前項各号に掲げる河川管理施設等に係るものに限る。）を行った場合に、次に掲げる事項を記録し、これを次に点検を行うまでの期間（当該期間が1年未満の場合にあつては、1年間）保存することとする。

一 点検の年月日

二 点検を実施した者の氏名

三 点検の結果（可動部を有する河川管理施設等に係る点検については、可動部の作動状況の確認の結果を含む。）

これまでの河川事業は、我が国の高度経済成長期のインフラ整備を背景に河川整備に力を注いできたが、今後は維持管理の問題に対処することが課題となったのである。

維持管理対象物である河川構造物および河道の機能・安全性の変化の概念を示すと図 1-1 のようになろう。縦軸が機能（たとえば治水安全度）であり、横軸が時間である。河川構造物の維持管理では、人命や資産等の被害がある外力以下では被害が発生しないように、その対象となる堤防、河川管理施設、許可工作物について、主に洪水時における安全性を維持する行動・行為であると言える。河川構造物の機能は、一般的に建設後の時間経過や洪水に伴う劣化とともに、徐々に機能が低下していくのが通例であり、機能がある管理水準以下に劣化しそうであれば補修することによって機能を確保する。このような機能低下に対し、図 1-1 のように維持・修繕・改築を繰り返す、ある一定の機能を確保していく。

河川の維持管理では、管理対象に河道が存在することが大きな特徴であり、河川の維持管理技術の中核でもある。一般的なコンクリート構造物の維持管理では、ある定められた外的なストレスによる構造物劣化を維持管理により修復する行為であるのに対して、河川河道は洪水に伴う流砂により動的に変化する構造体であることから、河川地形及び植生を含めた変化をある一定の維

持水準に保つという河道の維持行為であるところに、構造物の維持管理との差異と特徴がある。なお、河道の状況の変化である河床低下は流下能力の向上であるが、河川構造物の安定性の低下、取水の不安定という利水施設の機能低下、堤防の安全性の低下等の種々の負の影響を及ぼす。

一方、河川構造物の維持管理は、図 1-1 のように、長期にわたり供用を続ける堤防や施設等の構造物が、常に変化する河道状態のもとで、河川構造物の設置目的である治水・利水・環境機能の管理水準を満たしているのか、特に洪水時の機能を点検や解析結果を用いて評価し、維持管理行為の行動方針を定め、実行していくものである。

河川事業は、計画や改修に加えて維持管理の重要性が増していく時代において、計画や工事中のものから維持管理中心のものに変わらざるを得ないのである。なお、図 1-2 の概念図は、維持管理のみならず河川管理システム、河川整備計画の見直しシステムと同型のものである。すなわち河川の維持管理システムは、河川管理システムに包摂され、その情報管理・流通システムは河川管理システムの主要な部分として位置付けられなければならない。

河川維持管理計画はおおむね 5 年程度で見直され、その結果は河川整備計画の見直し計画に書き込まれるものとなる。その流れは

- ① 河川維持管理計画の策成・修正(Plan)
- ② 河道及び施設の維持管理対策の実施(Do)
- ③ 河川の状況把握と情報編集(Do)

河川巡視、点検、調査研究成果の河川カルテ等への編集・追加、さらに河道特性情報集（まだ様式が定まっていない）への編集・追加

- ④ 河川の状態把握の分析・評価(Check)と維持管理対策の実施(Do)
- ⑤ 河川維持管理計画の見直し(Act)
- ⑥ 必要に応じて河川整備計画（河道計画）の見直し・修正(Act, Plan)

という、図 1-2 に示す P D C A サイクルとなる。

維持管理システムは、河川管理の根幹的要素とならざるを得ないのである。

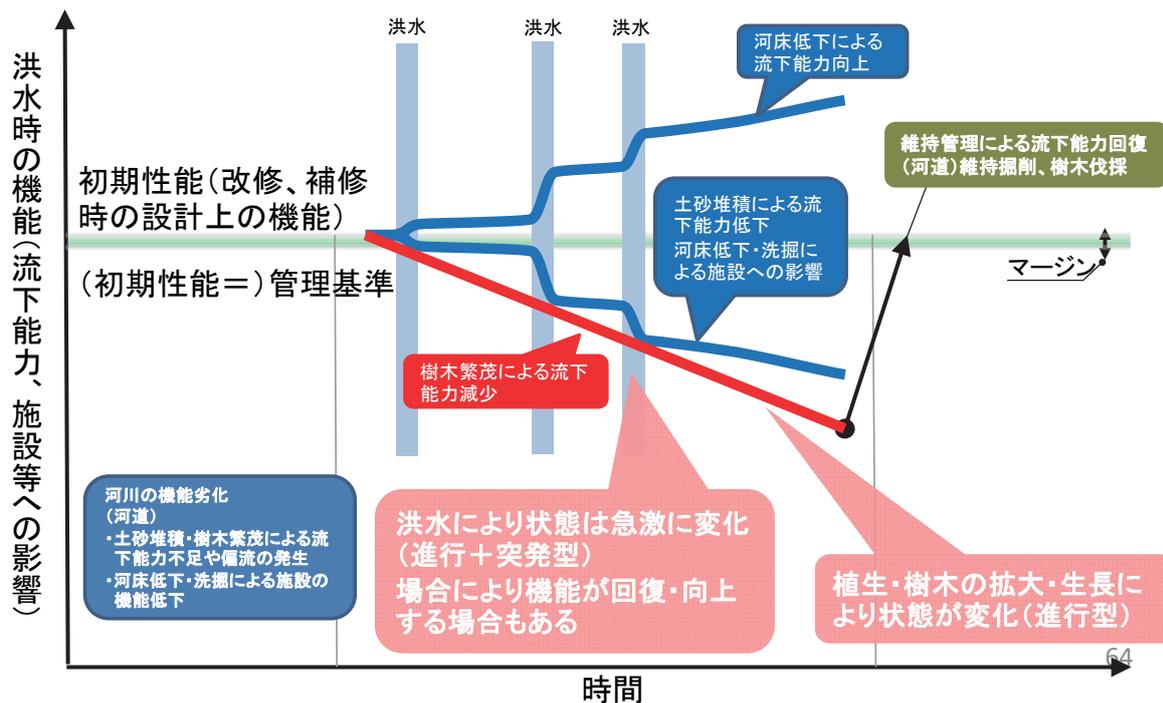


図 1-1 河道の機能・安全性変化の概念

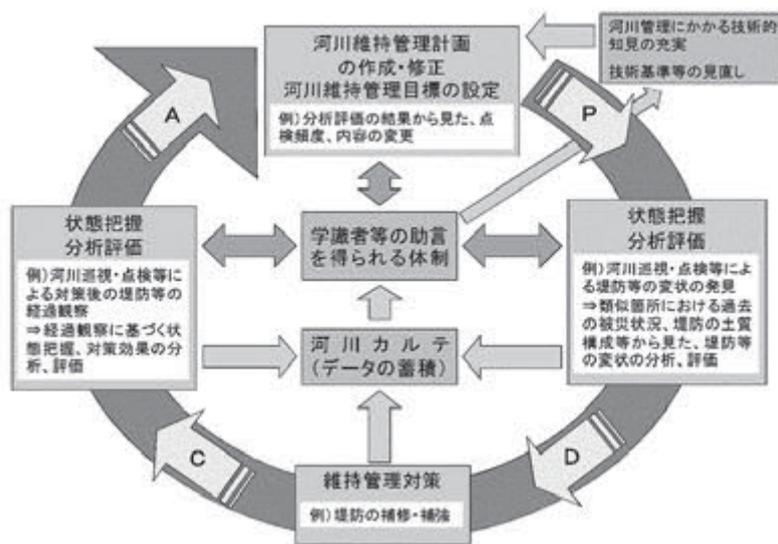


図 1-2 サイクル型河川施設管理の流れ

### 1.1.3 河道の維持管項目の内容

河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）には、維持管理対策として、第5章 河道（流下断面）の維持管理（のための）対策、第6章 施設の維持管理対策、第7章 河川区域等の維持管理対策、第8章 河川環境の維持管理対策、第9章 水防のための対策 の5項目が挙げられている。

本要領の検討対象項目は、河道の維持管理に関わるものである。すなわち、第5章に記された以下の項目

## 第1節 流下断面の確保・河床低下対策

## 第2節 河岸対策

## 第3節 樹木の対策

## 第4節 河口部の対策

に対して、河道の河道形状（河道形状制御施設を含む）および河道内の樹木（草本も含む）という河道内の植被状態の維持管理、対策手法の一連の手続きおよび技術内容を記すものである。

この維持管理および対策は、河川整備計画の部分計画ともなるものである。これらの維持管理・対策立案に当たっては、河川カルテ、点検に関わる情報のみでは対策・計画が立案できず、河川整備計画立案時に必要とされた河道特性情報・環境特性情報、河川整備計画と連動する河川環境管理計画に関する情報、流下能力判定・河床動態の変化量評価のための水理計算、大ダム等による洪水の流下や土地利用改変等流域に加えた人為作用による河道変化解析のためのインパクト・レスポンス解析・河床変動計算等の技術行為を必要とする。

ところで、河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）には、河道の維持管理対策と関連の強い「第6章 施設の維持管理対策」が挙げられている。「施設の維持管理対策」は、「河道の維持管理対策」を前提の上に、各河川施設が平常時を含めて洪水時に所定の機能が確保されるように、巡視・点検等による状態把握等により施設の劣化、変状を見つけ、その状態変化量が所定の閾値以上であれば、補修、補強、部品交換を行うものである。ここでは、施設そのものの劣化（機能低下）に対する維持管理対策を記述するものと解釈される。

人工構造物である河川管理施設は、その形状の変化および老朽化程度を基に維持管理行為を実施していくことを基本としているが、構造物が設計された時点における河道状況（設計された時点の近未来を含む状況）を与件として設計されたものであり、維持管理に当たっては、与件として与えられた河道条件と現および近未来の河道条件を比較する行為が必要である。河道の維持管理という行為を通して、設計条件が担保され、あるいは設計条件の変化に対応した対策が取れるのである。そもそも河川は、河道と堤防と河川施設がそれぞれ独立に機能しているものではなく、相互に関連し合っているシステムとして機能しているものであり、河川システムを全体との関連性の中で治水・利水・環境という3つの機能低下を評価し、対策を実施していかなければならない。

河道の維持管理対策が適切になされていない場合、既設施設の状態変化量が所定の閾値以上に劣化する主要因となることが多い。また、河道機能の劣化は、施設の変状を媒介として認知されるものがほとんどであり、施設の機能の監視無くして河道の機能監視を行い得ない。

河川管理施設および許可工作物の安全性確保のための河道の維持管理対策は、河道の形状の人為的制御（埋め立て、掘削・浚渫、土砂補給等）、植生管理、河床変動制御施設（床固め工、帯工、落差工、護岸・水制、べー工）の設置・補強である。

以上のように、河道の維持管理と施設の維持管理は相互に関連するものであり、明確に分離できるものではない。例えば、護岸水制は、河岸の侵食を防ぎ、河道位置を固定する施設であり、帯工、床止め工、落差工は、河道の縦断形状を規制する施設である。これらの施設は、河道形状を制御する構造物であり、河道の維持管理対策施設である。

河道の状況情報（地形情報、地被情報）のみでは河道の維持管理方針を決定できず、河道制御施設の状況情報、近未来の河道状況の予測情報を加え、河道制御施設の補強・修繕・新設を含め

て河道の維持対策手段の効用評価と河川管理施設の維持管理コストの評価の上で、対応方針を決定せざるを得ないのである。これは、対応方針を踏まえた河川整備計画(河道計画)の見直しを伴う技術行為といえよう。河川整備計画、河川維持管理計画に、河道の維持管理目標、河川構造物の維持管理目標の変更点を書き込み、次期の行動指針として整合性の取れたものとする必要がある。

従って、河道の維持管理と施設の維持管理における河川の状態把握および維持管理対策は、相互に関連するもので、本来、一つのシステムとして、分析・評価・対策を実施せざるを得ないのである。

#### 1.1.4 河川の維持管理計画における河道の維持管理の位置

河川砂防技術基準維持管理編 河川編 第2章 河川維持管理に関する計画において、「大河川においては、河川維持管理の具体的な内容を定める河川維持管理計画を策定するものとする。」とし、計画に定める事項として

- (1) 河川の概要
- (2) 河川維持管理上留意すべき事項
- (3) 河川の区分
- (4) 河川の維持管理目標
- (5) 河川の状態把握
- (6) 具体的な維持管理目標
- (7) 地域連携等
- (8) 効率化・改善に向けた取り組み

の8事項を挙げている。

(1)～(6)の各項において、河道の維持管理の上から特筆すべき内容を以下に記す。

##### (1) 河川の概要

概要として、以下の事項について記述するとしている。

- ① 河川流域面積、幹線流路延長、管理延長、河床勾配等の諸元
- ② 流域の自然的、社会的特性
- ③ 河道特性、被災履歴、地形、地質、樹木等の状況
- ④ 土砂の生産域から河口部までの土砂移動特性等の状況
- ⑤ 生物や水量・水質、景観、河川空間の利用等管理すべき河川環境の状況
- ⑥ その他必要な事項

上記事項に関する情報は、河川整備計画策定時に収集整理され、その多くは文章化、図表化されているはずである。その整理された情報に河川の維持管理の観点の情報を付加し、概要をまとめ表現化することになる。河道の維持管理の観点から、6事項すべてが必要とされる。特に③、④、⑤については、空間的な地理情報のみならず、時間的な経年変化に関する情報について記載すべきである。すなわち、河川改修の歴史、流域・河川に加えた人為インパクト、河道・植生の変化状況等であり、それらを⑥事項に書き込んでおく。また、河道特性としての河道部地質縦断特性、主要横断構造物の配置形状等も記述しておく必要がある。

## (2) 河川維持管理上留意すべき事項

河道の維持管理上の観点から留意すべき河道特性（河床低下，局所洗掘，河岸侵食，樹林化，河口砂州による問題）について記載する。

## (3) 河川の区分

(2)を踏まえ河川の自然的・社会的特性に合わせて区分するもの(維持管理編では、「はん濫形態，河川の背後地の人口，資産状況や河道特性等に応じて，河川維持管理計画の中で適切に設定することを基本する。」)としている。重要区間と通常区間の2分類としているのが通例であるが，河道特性・社会特性の相違により河川の維持管理行為に差異がある場合は細区分し，維持管理計画に反映させる。

河川整備計画，環境管理計画，河道計画に当たっては，河道特性および環境特性の似た空間単位を大セグメントおよび小セグメントに区分した河川特性の分析，解析がなされており，同じ河川に係わる計画においては同一空間概念を用いた方が好ましく思われる。河川維持管理計画においてもセグメント概念を土台として維持管理項目毎にそれを細分化した空間単位を用いることとする。

## (4) 河川の維持管理目標

河川の維持管理目標は，構造物そのものの劣化に対する維持管理に加え，河道の維持管理対策がなされなければそれが達成できない性質のものであり，1.1.3で記した4つの維持管理項目に河道の維持管理の観点からの設定目標を書き込む。「河川環境の整備と保全」の目標については，河道の維持管理の観点からの設定目標（植生管理，河道地形管理）を書き込む。

## (5) 河川の状態把握

河道の維持管理に当たっては，河川巡視，点検等の情報のみならず，河川砂防技術基準 維持管理編 第4章 第2節 基本データの収集とその収集データを基にした，河道特性および環境特性の整理解析情報の編集が必要であり，記載する。

## (6) 具体的な維持管理対策

河道の維持管理対策（河道変化に伴う施設の維持管理対策を含む）について記載する。

河道の維持管理に関わる河道の変化および樹木（地表地披状態）の変化は，河川施設の機能・安全度に影響を与える。河川施設は，構造物の劣化のみならず，構造物設計条件の変化が及ぼす安全度に及ぼす照査を通して対応策を検討・計画する必要がある。堤防，護岸水制，樋門・樋管，堰，許可工作物（橋梁，堰等）については，河道の維持管理対策と連動した維持管理対策を検討・計画する必要がある。それらの検討結果を維持管理計画に書き込む。さらに，河道の変化および樹木（地表地披状態）の変化は，治水安全度および河川環境の変化であり，その変化に対応する維持管理対策・計画について記述する。

なお，河道の維持管理に当たっては，維持行為内容の見直しという5年程度のサイクルに加えて，日々，月，年単位の判断行為と対応行為が生じる。その判断行為の閾値は，河道状況の変異度に応じた指標とし，それに依りて臨機に対応・対策を取るものとする。

### 1.1.5 河川整備計画，河道計画，河川環境管理計画との関係

河川整備計画は 5 年程度のサイクルで見直すものとしており，維持管理計画も当然 5 年程度のサイクルで見直される。1.1.2 で記述した河川のサイクル型維持管理システムの流れは，維持管理のみならず河川整備計画の見直しシステムの一環として組み込まれるべきものである。従って，河川整備計画と連動する河道計画，河川環境管理計画も，河川整備計画の見直しと同時進行型の見直しシステムとならざるを得ない。それらは，河川の維持管理システムから発せられる情報を基に書き加えられるのであり，河川の維持管理システムが河川管理の根幹システムとなる。

なお，見直しは，すでにある情報に加えて近 5 カ年の情報と河川に関する新たな知見が付加され，見直し作業が行われるのであり，その作業量は多大なものとはならないであろう。

ところで，河川整備計画は，長期的な河川整備基本方針という整備方針目標という制約の中で，20～30 年程度先の整備目標を掲げ，河道の基本的な形および整備に必要な河川工事の目的，種類及び施行の場所並びに河川管理施設の機能の概要を定めるものであり，河道計画は河川整備計画のうち河道の形（縦横断面形，河道平面形）を計画するものである。一方，河道の維持管理は，河道の一連区間の維持管理目標を設定し，その維持管理目標が達成されるよう①河道流下断面の確保，②河床低下対策，③河岸の対策，④樹木の対策，⑤河口部の対策を実施するものである。

当然，河川整備計画の目標達成年と河道維持管理の目標達成年に差異が生じ，河道の維持管理目標は，5 年程度で繰り返される評価時点における河道の整備水準を目標とせざるを得ない。

ここに，河川整備計画における河道計画と河道維持管理行為との関連性と連続性に関わる計画論上の整合性と合理性が求められる。河道の維持管理に当たっては，河川整備計画の目標と目標達成年を制約・考慮条件として計画する必要がある。河道の維持管理計画と河川整備計画（河道計画）は連動した同時計画とならざるを得ないのである。また，河川改修費，河川維持修繕費の意味付けと配分の見直し，再区分も必要となる。

## 1.2 河道の維持管理項目と維持管理目標

### 1.2.1 河道の維持管理項目と維持管理の原則

#### (1) 河道の維持管理項目の再構成

河川砂防技術基準維持管理編において，河道の維持管理に関わる具体的項目として第 5 章に

- 第一節 河道流下断面の確保・河床低下対策
- 第二節 河岸の対策
- 第三節 樹木の対策
- 第四節 河口部の対策

が挙げられているが，本要領ではこれらの持つ内容の共通性と差異および関連性の観点から，以下の 5 項目に再構成する。

- 1) 河道の流下断面の維持管理
- 2) 河床低下に対する維持管理
- 3) 河岸の維持管理

- 4) 河道内植生の維持管理
- 5) 河口部の維持管理

## (2) 河道の維持管理の原則

河道の維持管理の原則を記しておく。

- ① 河川の河道形状および河川区域内の植生は、河川を流下する流水・土砂等により絶えず変化している。その変化速度は、上流山地部からの粒径集団別の供給土砂量と流量および各セグメントの長さ・位置によって異なる。  
絶えず変化する河川地形および植生を、治水安全度、環境の質、河川区域内の適正な利用を保全・確保するように管理水準を定め、河川地形および植生をモニターし、管理水準が確保されているか評価し、不都合・不適正が生じればその不都合・不適正を解消するよう河道の維持管理・植生管理を行う。すなわちサイクル型（P D C A型）維持管理を実施する。
- ② 対象河川の河道の変遷と植生被覆状況の変化を自然的および人為的インパクトとの応答として捉え、その関連性を分析・総合化し、その情報を経験知として河道の維持管理計画・対策に活かす。
- ③ 維持管理計画に当たっては、維持管理コストが少ない計画とする。必要であれば河川整備計画における河道計画を見直す。河川のなりたがる姿に川の形を合わせていくことは、維持管理費を低減する。河川環境管理計画において、自然ゾーン、生態系保全ゾーンを設定する区間では、植生変化や配置形状が変わっても、それが治水安全度を犯さないような余裕ある河道作りとする。
- ④ 河道計画における堤防防護ラインおよび低水路河岸管理ライン（⇒1.2.5）は、空間管理計画と植生管理計画におけるゾーン配置を規制し、植生管理計画を策定する際の重要な要件であり、また河道の維持管理に当たって制約条件をなすものである。
- ⑤ 河川区域内の土地利用および土地所有形態は歴史的産物であり、これを条件（条件の変更は可能である）とし河道形状および河川区域内の植生管理を行う。

### 1.2.2 河道の流下断面の維持管理目標と対応

#### (1) 一連区間の設定

河川砂防技術基準維持管理編 第3章 第2節 河道流下断面の確保 において「維持管理すべき一連区間の河道流下断面は、当該断面の流下能力を考慮して設定するものとする。」とされている。

河道流下断面の維持管理目標としては、「これまでの河川改修等により確保された現在の流下能力を維持することを基本とする。」と解説されている。流下能力は、河道形状（流下断面）のみならず河道の地被状況（植生、表層材料等）の関数であり、河道の維持管理の対象は、流下断面、植生、河道内河川管理施設および利用施設となる。すなわち維持管理目標流下能力（流量）を確保するように河積、植生、施設を管理することとなる。

一連の区間は、はん濫形態、河川背後地の人口、資産の状況や河道特性に応じて、河川維持管理計画の中で適切に設定することを基本とする。すなわち河道特性の似ている河道小セグメント区分を基本とし、堤内地の自然・社会環境河川、特に改修状況（完成堤区間、未完成区間等）すなわち河川縦断方向の流下能力の差異に基づき、区間設定することになる。

治水安全度の管理は、維持管理計画設定時において設定された一連区間の治水安全度に対応した管理用洪水流量（通常、河川整備計画流量であるが、それを下回る場合は一連区間の間の可能最大流下流量）を安全に流下させるように、すなわち管理目標である洪水位（通常は計画高水位であるが、堤防が完成堤防でない区間は暫定的に管理用洪水位を設定し、その管理用洪水位以下に管理用洪水流量流下させ、河道、植生を維持管理する。ただし、堤防を除いた河川管理施設や許可工作物は計画高水位以下の洪水に対して安全性が確保されるように設計されているので（古い施設は治水計画の変更によりこの条件に満たない構造設計となっている場合がある）、現計画に則り安全性の評価を行う必要がある。

河道流下断面の確保の観点からの河道の維持管理は、河道形状管理と植生管理の2つからなるが、相互に流下能力に関連し、河道形状と植生の管理は流下能力評価という行為を通じた同時計画である。すなわち、河川区域内の土地所有者の土地利用および占有者の占有目的に応じた地被状態とその空間配置を考慮に入れた河道計画・河川空間管理計画に則り、それを制約条件として適切な河道形状の維持管理計画および植生管理計画を策定し維持管理を実施していくことになる。

## (2) 一連区間の河道の流下断面の維持管理目標

河道の流下断面の維持管理の目標は、管理用洪水流量を流下させるのに必要な断面を確保することが基本である。このためには、定期的または出水後に行う測量結果をもとに河道流下断面を把握し、断面が著しく減少している場合には、河床や高水敷等の河道掘削を行うことになる。この場合、河道内の地被状態（樹木、草本類、利用施設等）が確定されていなければ、必要な河道の流下断面を求めることができない。維持管理行為において河道内の樹木および草本類は制御対象物である。植生状態・河道河積を変数とした河道流下能力の感度分析を行い、必要な河川機能を満たし、かつ維持管理コストが低くなるように植生および流下断面の維持管理対策を行うことになる。

## (3) 一連区間の管理用洪水位および管理用洪水流量の設定

具体的に管理用洪水位および管理用洪水流量の設定法について記す。まず流下断面確保に関わる概念の定義を行う。

### ① 維持管理に関わる基準年

一定区間の管理用洪水位以下で流下可能な管理用洪水流量を評価した時点を基準年零年とする。西暦年でいえば基本的には5年毎にずれることになるが、大洪水の発生などで流下能力を再評価した場合は、その年を基準年とする。

### ② 維持管理用洪水位の設定

堤防の基本断面形状が確保されている場合（Ⅰ分類）と未確保の場合（Ⅱ分類）では、管理用洪水位の設定が異なる。

Ⅰ分類：河川管理施設構造令の堤防の構造の原則（第18条）では、管理目標流量流下時の

水位は計画高水位以下であることを前提にしているので、計画高水位とする。

Ⅱ 分類：未完成堤防の場合は、流下能力評価時点の堤防天端高、堤防断面形状、越流氾濫した場合の堤内地の被災程度などを勘案して設定するが、一般的ルールがあるわけではない。

未完成堤防は計画高水位の流水の作用に対して構造的安全性を求められていないが、流下能力の確保という維持管理の観点から、

i) 計画の堤防断面が存在するものとし、計画高水位以下の流下能力を評価しその流下能力を確保するものとする。

ii) 堤防の完成度に応じて以下の方針をとるものとする。

- ・堤防天端高が計画高水位より低い場合

余裕高の最小基準である堤防天端高から 0.6m 程度下の水位とする。

- ・堤防天端高が計画高水位＋余裕高までであるが、堤防幅が不足している場合

堤防の構造的維持管理の基準としては堤防幅が不足しているので計画高水位以下とするべきであるが、流下断面の維持管理という観点からは計画高水位とする。

- ・堤防天端高が計画高水位より高いが余裕高が不足している場合、さらに堤防幅が不足している場合

流下断面の維持管理という観点から堤防天端高から計画余裕高を差し引いた水位とする。

流下断面の維持管理行為という観点からは i) の方針のほうが、簡潔でわかり易いが、その場合、管理用洪水流量は計画高水位水位相当流下能力とする必要があること、また河道内施設、特に堤防の機能管理の観点からは i) の方針は取り得ないことより、混乱を避けるため ii) の方針を取ることとする。

### ③ 基準年における一連区間の流下能力の分類による管理用洪水流量の設定

基準年における一定区間の管理用洪水水位は、②で設定された水位を基準とする。その水位に相当する流下能力の観点から次の 3 分類に一連区間を分類し、管理用洪水流量を設定する。

**a 分類**：流下能力が計画高水流量を超えている一連区間

**b 分類**：流下能力が計画高水流量を下回るが整備計画流量を超えている一連区間

**c 分類**：流下能力が整備計画流量を下回る一連区間

各分類に応じて流下断面確保に対する維持管理方針、河道監視レベルが異なる。

a 分類では、洪水流下能力が計画高水流量を超えている。河道の流下断面の維持管理目標の管理用洪水流量は計画高水流量とする。ただし、河川管理施設の維持管理用洪水水位は、計画高水位（HWL）とする。

b 分類、c 分類では、流下能力評価時点の流下可能流量を管理用洪水流量とする。

### ④ 河道の洪水流下能力の変化方向による分類

河道の流下断面（流下能力）は、河床の変化や植生の変化により 5 年間でも変化する。

**α 分類**：5 年の間において、流下能力が上昇する可能性の高い区間、例えば河床低下傾向にあり、樹林化の恐れのない区間

**β 分類**：5 年の間において、流下能力が低下する可能性の高い区間、例えば河床上昇や樹林化傾向にある区間

## ⑤ 管理用許容流下能力低下量

鉄道橋および高速自動車国道橋の河積阻害率は特例として7%を目安としている。

河道流下断面の確保の観点からは、維持管理行為を起こす閾値としての管理用許容流下能力低下量の概念が必要である。水理計算による流下能力の評価は基本的には5年毎に行われる。

$\beta$ 分類の河道では、その間洪水流下能力が低下している。流下能力評価時点から5年以内においても、洪水による土砂の堆積や樹林化により流下能力が著しく減少し維持管理行為を行う必要とされる場合、どの程度の流下能力の低下が生じたら流下能力を確保する必要があるかの閾値が必要になる。

放水路周辺の本川河道の流下断面の確保、遊水地越流堤付近の流下断面確保の維持管理行為は、別途対象施設下流部の治水安全性の観点からの管理基準を設定せざるを得ないが、通常の河道区間では以下のように考える。

河川管理施設等構造令の橋脚 第 62 条の解説において、「従来、一般的には、河積阻害率を3%以内に治めることが努力目標とされてきた。……このような実態にかんがみ、河積阻害率は、原則として、5%を目安とするのが適当であると考えている。」と記述されている。河川管理の実態として5%の河積阻害率はやむ得ざるとしているのである。河川管理用洪水位を変えず、河床が $\Delta Z$ と上昇したとしよう。単断面河道であれば、河道が $\Delta Z$ 上昇した場合の流下能力の低下量 $\Delta Q$ の関係は、流量 $Q$ を Manning式で評価すれば

$$\Delta Q/Q \doteq 5/3 \cdot \Delta Z/H$$

となる。ここで、 $H$ は河床上昇前の河川管理用洪水位以下の水深である。 $\Delta Z/H$ は河積阻害率に相当するので、 $\Delta Z/H$ を3%とすれば $\Delta Q/Q$ は5%、5%とすれば8.3%となる。河川維持管理の実態を考えると $\Delta Q/Q$ は、5~8%程度であろう（そもそもこの程度以下に河川の洪水流量を正確に測定できない）。水深10mで $\Delta Z$ は0.3~0.5m、5mで0.15~0.25mである。河川管理用洪水時水深によって維持管理用許容流下能力低下量 $\Delta Q/Q$ を定めて行くべきであるが煩雑になるので、 $\Delta Z=0.3\text{m}$ 程度に相当する $\Delta Q/Q$ が適当であろう（最小堤防余裕高60cmの1/2程度である）。

## ⑥ 維持管理方針の設定

次に、②により管理用洪水位および維持管理用洪水量が設定された後の流下能力確保のための維持管理方針を③、④の分類毎に順に整理する。

- 1) 一連区間を③の a, b, c の分類群に区分する。
- 2) 河道の縦横断形状の時系列資料の分析結果および一次元河床変動結果より、一連区間を④の  $\alpha$  ,  $\beta$  の分類群に区分する。
- 3)  **$\alpha$  分類区間**: a, b, c 分類のいずれにおいても流下能力が増大するので、流下能力評価時点後5年間は河道および河道内植生状況を巡視等で監視し、洪水（5年確率洪水洪水程度以上）後においては、河道の状況を巡視および空撮写真等で丁寧に判読（河岸侵食状況、植生変化状況、河川構造物の変状）し、必要があれば変状の大きな区間の河道変化を測量により量的に把握して、流下能力以外の河道管理項目に対する対策（例えば河岸侵食対策、河床低下対策）の方針判断の資料とする。

流下能力評価時点から5年後の流下能力評価時点では、その時点の流下能力に応

じた一連区間の①, ②, ③の区分の再分類を行い, 河川管理用の洪水水位および流量を再設定する. なお, a 分類区間で計画高水位が計画高水流量を用いて評価した水位との差異が 2m を超えるような場合は, 河川構造物の構造設計に過大な外力 (過剰設計条件となる) を与える可能性があり, 超過洪水時に生じる諸現象を精査し, 整備計画流量相当水位に構造物の照査水位 (低下) とする場合もあり得よう.

**β 分類区間**: a, b, c 分類のいずれにおいても流下能力が減少している可能性が大であるので, a, b 分類では流下能力評価時点後 5 年間は河道および河道内植生状況を通常の巡視等で監視し, c 分類は重点監視区間に指定し, 特に注意して観察する区間とする. 流下能力評価時点から 5 年後の流下能力評価時点では, その時点の流下能力に応じた一連区間の①, ②, ③の区分の再分類を行い, 河川管理用の洪水水位および流量を再設定する. b 分類および c 分類では再設定後の洪水管理用水位を 5 年前の洪水管理用水位を下回らないよう河道整備計画を見直し, 対策を実施する. a 分類では再設定後の洪水管理用水位が計画高水位を超えないようにする.

評価結果は流下能力以外の河道管理項目に対する対策 (例えば河岸侵食対策, 河床低下対策) 検討にも使用される. 許容流下能力低下量以上の流下能力の低減があれば, c, b 分類では樹木伐採, 河道掘削等の対策を, 河川整備計画の整備項目と調整・整合化を図り実施する. a 分類では計画高水位相当の流下能力が計画高水流量を下回ったら計画高水流量が流下可能になるように対策を検討し, 実施時期を他の区間との優先度を考慮し設定し, 河川整備計画に位置付ける.

### 1.2.3 流下能力の確保の観点からの河道内植生の維持管理の内容と目標

河川管理者の河川植生に関わる維持管理行為は, 堤防等の河川管理施設の機能保全のために植生管理計画に則り除草・樹木伐採を行うこと, 民地を含めて河川区域内の地被状態の監視・状況の把握を行い, 治水安全度を評価し, 必要な対応を実施していくことである.

植生管理計画は, 上位計画である河川整備計画における河道計画と河川環境管理基本計画における空間管理計画と整合性が取れていなければならない. しかし, 現実には, 空間管理計画の各ゾーンにおける地被状態 (植生等) と治水安全度の関係性を評価し, 整合性の取れた植生管理計画とする検討はなされていないものが多い.

地被状態は, 河川水辺の国勢調査 (5 年ごとに行われてきたが, 3 順目からは 10 年ごととされた) による植生図, 航空写真による地被状態の把握, 河川巡視等による植生状況の把握により, その変化を読み取る. それに基づいて流下能力, 河川生態環境, 景観の量的・質的变化を評価する.

評価によって治水安全度の質が管理水準を下回れば, その回復のため, 官地における除草・樹木の伐採・河道形状の変更 (掘削), 占用地における植生管理の指導, 民地における除草・樹木の伐採・河道形状の変更 (権原保持者への補償が必要) を河川管理行為として実施することになる. また, 環境の質が管理水準を下回れば, 環境の質の回復のため, 植生の管理 (保全・回復) や植生生育環境の改善のため地形改変などを実施することになる.

現状の河川敷内植生管理の実態は, 以下のようである.

官 地：植生管理計画のあるもの（堤防、堰・水門などの重要構造物周辺、河川管理用通路、緊急河川敷道路などは、その機能維持のため計画に則り植生管理が通常なされている。）

植生管理計画のないもの（一号地における草本・樹木、上記以外の三号地）（⇒注1）  
ただし、河川機能の維持のために必要に応じて植生の管理を実施することがある。

占用地：占有目的に応じた植生管理を実施している。また植栽等については河川敷地占有許可準則（⇒注2）により規制されている。

民 地：民地所有者の土地利用目的に応じた植生管理を実施しているが、利用放棄等により植生管理が行われず植生遷移に任せている例が増加している。

河川管理者はこの様な条件下において、治水安全度・景観・河川利用の観点から植生状況の監視と河川植生管理の実行が求められている。

### （1）民地および占用地の植生の維持管理

民地（組合等所有地を含む）および他省庁所有地・地方公共団体所有地については、河川法第二十七条による規制を受けながら所有者が土地利用目的に応じて植生管理を実施している。したがって河川管理者は河川巡視等を通じて土地の地被状況をモニタリングし、適切な利用であるか監視することになる。土地所有者による植生管理が利用放棄等により行われないと、植生遷移が生じ藪化、樹林化が進行し、高水敷の粗度係数が増加する。それにより河道流下能力が減少する。治水安全度が確保できないのであれば、伐採等の樹林管理が必要とされる。

占用地については、占有目的に応じた土地利用および植生管理を実施しているかを、河川巡視等によりモニタリングし、適切でなければ樹木管理の指導・誘導することになる。

河川管理者以外の者の河川区域において植物の採取あるいは伐採行為は、河川法第 25 条及び 27 条により河川管理者の許可が必要である。

（第二十五条）河川区域内の土地（河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地を除く。）において土石（砂を含む）及び竹木、あし、かや等を採取する行為。

（第二十七条）河川区域内の土地において土砂の掘削、盛土若しくは切土その他土地の形状を変更する行為又は竹木の植栽若しくは伐採する行為。ただし政令で定める軽易な行為については、この限りでない。

政令で定める軽易な行為については、以下に規定されている。

（河川区域における土地の掘削等で許可を要しないもの）

（政令：第十五条の四第三号）地形、地質、河川管理施設及びその他の施設の設置状況その他の状況からみて、竹木の現に有する治水上又は利水上の機能を確保する必要があると認められる区域として河川管理者が指定した区域及び樹林帯区域以外の土地における竹木の伐採

なお、河川管理者が、治水・利水・環境機能の保持のため、管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地の形質を変化させる場合は、土地の買い上げ、あるいは損失補償を行う必要がある。すなわち、河川土地の竹木を伐採するのは、権原を有するものとの協議と損失補償が必要である（⇒河川法第二十一条）。

河川区域内の土地所有形態の差異が河川植生管理のあり方に制約を与えるのである。

**メモ 管理用洪水流量と植生管理について**

高水敷の植生管理という維持管理行為を行うためには、管理用洪水流量(完成堤防では計画高水位相当流量)が必要とされる。しかし、管理用洪水流量に基づいて植生管理計画を策定するためには、種々の考慮条件・代替条件が多々あり、一律的に規約に則って策定できない。

**①空間管理計画におけるゾーニングごとの高水敷植生管理の制約性のレベル**

植生生育空間として先取的に空間構造が規定され(例えば希少種の生育条件として)、その空間の範囲および植生構造を保全しなければならないのか、治水条件の緩和のために植生構造を改変しえるのか等、制約性のレベルが異なり、フレキシビリティがある。

**②河道流下能力の縦断方向変化**

植生管理は、整備計画流量より流下能力が低い区間の現治水安全度を低下させないような管理方式を取るが、整備計画流量より流下能力の高い区間でも、管理用洪水流量に対して安全性が確保されるか検討が必要な場合がある。例えば、現状の植生状況に近い将来変化することにより粗度係数が増加し、河川整備計画対象流量が流下できなくなる恐れのある場合など。

流下能力が十分ある区間では、河川利用、河川景観、河川生態環境保全の観点から植生管理を実施できる。管理用洪水流量は、河川整備計画の目標流量あるいは計画高水流量となる。

**1.2.4 河床低下に対する維持管理の内容と目標**

河道内には、既設の護岸水制、横断工作物、橋梁などの工作物が存在し、これらの構造物の機能が河床低下に伴い劣化し、河道内災害ひいては堤防の損傷に至る、また、遊水地や放水路の洪水調節機能に影響を及ぼすので、河床低下を監視し、河川管理上の支障となる場合は適切な対策を取る必要がある。

流下断面の確保の観点からは河床低下は流下能力を増加させることより、河道機能の劣化とは見なされないが、河床低下により重要横断構造物の被災や護岸基礎の洗掘による護岸の破壊、しいては堤防の被災に及ぶことがあり、河床高の維持管理を行わざるを得ない場合がある。この河床高の維持管理は、河川管理施設および許可工作物の機能維持の観点から設定される維持管理目標であり、構造物周辺の河道高を制御・維持するものである。

2000年以前においては、河道計画において計画河床高という計画概念があり、その河床高を河道管理の指標としていたが、現在では河道は変化するものであることを前提とした流下能力管理に転換している。その意味で維持管理河床高を河川管理区間全川に設定するものとはなっていない。

河道内施設機能の維持と言う観点からは、対象施設ごとに維持管理河床高という目標を設定し、適切な対応策を取るのが前提であるが、重要河川構造物や一連区間の多くの河川構造物が河床低下によりその機能保全が難しくなり、河床高の維持が求められたりする場合、河床低下により河床に沖積粘性土や軟岩が露出し、河川環境の質が劣化し対応策が求められたりする場合、河道の一定区間に維持管理河床高を設定し、その河床を維持するための対策として床止め工群・落差工の設置、上流からの土砂の補給等の対応措置(河道高の維持管理対策)が取られる場合がある。

### 1.2.5 河岸の維持管理の内容と目標

河道計画においては堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインという概念が導入された（財団法人国土技術研究センター編，2002）。

堤防防護ラインは，洪水時の河岸侵食によって生ずる堤防の破壊を防止するために必要なラインであり，主に治水目的のために設定するラインである。したがってこのラインは，全川に亘って設定される。

この堤防防護ラインは，従来の計画低水路法線のように「計画」として，そのラインに低水路を固定するという積極的な意味を持つものでなく，低水路の移動により，このラインが侵食により犯された場合，あるいは犯される恐れが生じた場合に，防護のための措置が必要となるという消極的な意味を持つものである。いわば「計画」ではなく「管理」の目安となるものである。

低水路河岸管理ラインとは，河道内において治水，利水，環境等の面から期待される機能を確保するために措置（河岸侵食防止工）を講ずる必要がある区間を示すものであり，高水敷利用や河岸侵食に対する堤防防護の観点から，低水路を安定化させることを目的に設定するものである。

河岸の維持管理の目標水準は，この堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインを確保することである。

### 1.2.6 河口部の維持管理の内容と目標

河口部には，特有の河道の維持管理項目がある。それらを以下に記す。

#### ① 治水機能

外海に面した河口では，波浪により河口部に河口砂州が生じ，その存在により，洪水時，河口砂州直上流の水位が上昇する。河口砂州による水位上昇が，計画高水位に達する恐れのある河川では，

- ・ 砂州直上流部の水位，砂州の発達状況を監視し，維持管理河口砂州高・開口幅を設定し，砂州形状の掘削という維持対策の実施
- ・ 河口砂州形成を制御する構造物の設置（河口導流堤等）
- ・ 計画高水位の変更（堤防のかさ上げを伴う）

という対応のどれかをとる。

一方で，河口砂州は，波浪の河道内への進入を軽減し，河川構造物および河川汽水域環境の保全機能を持っており，その機能保全のために河口砂州形状の維持管理目標を設定する場合もあり得る。

#### ② 海浜への土砂補給機能

河川は海へ土砂を吐き出す。吐き出された土砂の一部は，外海に面する河川では河口付近の海浜構成材料となり，内海では河口干潟の構成材料となる。人為的および自然的要因で供給土砂量が減少すると，河口付近の海岸線の後退や河口干潟の変質が生じる。

そのような恐れのある河川では，河口付近の海岸線の変化や河口テラスの変化，河口干潟の地形および底質材料を監視し，対策（土砂補給）という対応を取らなければならないことがある。

#### ③ 航路機能

河口の直上流部は，古くから河口港（湊），漁港として利用されてきた。河口が航路である場

合には、航路の安全性確認のため、航路水深の監視、航路水深維持のため浚渫や河口導流堤の建設等がなされてきた。港湾機能の維持の責任は港湾管理者であるが、河川管理者として河口地形の監視や河口導流堤（治水機能向上のため導流堤が設置され、それが航路機能を持つ場合がある）の機能維持のための監視・維持管理行為が必要とされる。

#### ④ 生態系機能

河口付近は、海水という塩分や潮汐・波浪の影響により汽水域特有の動物・植物の生息・生育場所であり、生態系の保全の対象空間となる場合が多い。河川汽水域は、陸と海の接点に位置し、淡水と海水が混合し、かつ周期的に発生する潮汐や波浪などの作用を受け、常に変動する特殊な環境を有している。このため、海域に生息する生物や淡水域に生息する生物に加え、汽水環境に耐える汽水域特有の生物が生息・生育する特殊な場となっている。

貴重な生物や絶滅種の保全のため汽水域環境の監視や保全対策が求められることがある。

以上の河口部の機能を踏まえた河口部の河道の維持管理目標水準を設定する。具体的には、河口上流部の維持管理河床高、維持管理河口砂州高・開口幅、人工的土砂補給量を設定するが、維持管理行為の生じない(少ない)河口処理計画および河道計画を立案することを原則としたい。

### 1.3 河道の維持管理から見た河道内施設との関係

河川砂防技術基準維持管理編 第6章 施設の維持管理対策 において、施設それ自体の機能確保の点から分析・評価することが求められている。当然、河道の維持管理から見た河道内施設の機能評価とは、その評価目的が異なるものである。河道の維持管理から見た河道内施設の機能評価とは、施設それ自体の機能評価項目のうち河道の維持管理(河道流下断面の確保、河床低下対策、河岸の対策、樹木の対策、河口部の対策)に関連・影響を受ける項目を抽出して、その評価により河道維持方針・対策を策定するものである。しかしながら、この評価項目は施設の機能確保の点からの分析・評価の部分であり、施設の維持管理と分離して評価できるものでない。

堤防、横断構造物、洪水調節施設、護岸・水制等の河川管理施設では、その機能維持と河道の維持管理の関連性が強く、分離して検討できないので、対策手法については、両者の関係性の分析評価のもとで対応手法を取る必要がある。

### 1.4 河川環境の整備と保全と河道の維持管理の関係

河川砂防技術基準維持管理編 第3章 第5節 河川環境の整備と保全 において「当該河川における、生物の生息・生育・繁殖環境、河川環境、河川利用、河川景観の状況等を踏まえ、河川整備計画等に基づいて河川環境の整備と保全に関する目標を設定するものとする。」とされている。

河川環境の整備と保全の観点から実施される対策には、その機能を達成・維持するために河道形状および植生の維持管理対策を伴うものがあり、河道の維持管理においても常に河川環境の整備と保全の観点の検討をとまなうものであり、両者を完全に分離できるものではない。河道の維持管理と河川環境の整備と保全対策は相互に関連し合うが、それらの各機能の価値が相反する場

合が多い。河川管理における相反する機能の調整方式は、流域の社会経済、歴史文化状況の影響を受け、時代性を反映したものとならざるを得ないのであるが、現在、その調整様式についての社会的合意が得られているとは言えず模索段階にある。

なお、3号地の植生管理は、民地および占用地は地主および占有者が実施するものであり、河川管理者が実施するのはそれ以外の官地である。高水敷の環境管理については「河川環境管理計画」を策定し、空間管理の基本方針を策定することになっているが、河川整備計画と整合の取れていないものがあり、新たに今日の環境管理の理念に合わせて改定し、さらに維持管理計画を付加していく必要がある。

本要領では必要に応じて河川環境の整備と保全の観点からの維持管理について記述するが、個別河川毎の自然・社会条件の差異により管理目標が異なり一般化することが難しく、本要領では編立ての記述はしないことにする。

#### 注1) 河川区域

河川区域は、図 1-3 に示す三種からなる。

- 1 号地：河川の流水が継続して存する土地(水面)及びこれに類する土地の現況を呈する土地で河岸の土地を含む区域
- 2 号地：河川管理施設（ダム、堰、堤防、護岸等）の敷地である土地の区域
- 3 号地：堤外の土地の区域のうち1号地と一体として管理を行う必要のあるものとして河川管理者が指定した土地の区域

通常、2号地は国有地であるが、1号地、3号地は、近世以来の土地開発史、土地制度史、河川法の変遷、河川改修の経緯により種々の土地所有者が存在する。大きくは官地と民地に二分される。

河川局水政課調べによると、一級河川指定区間外（大臣管理区間）の面積および3号地の土地所有者の割合は、図 1-4 のようである。また目的別占用地面積（河川法第24条により、河川管理者の許可を受けた土地面積）およびの目的別占有割合は、表 1-1、図 1-5 のようである（山田，2008）。

河川管理者が所有する土地については、河川管理者がその権原に基づいて植生を管理するが、占用地は占有者が占有条件に基づき管理する。他省庁所有地、地方自治体所有地、民地については、河川法第二十七条（⇒1.2.3）による規制受けるが、その所有権者が植生を管理することになる。

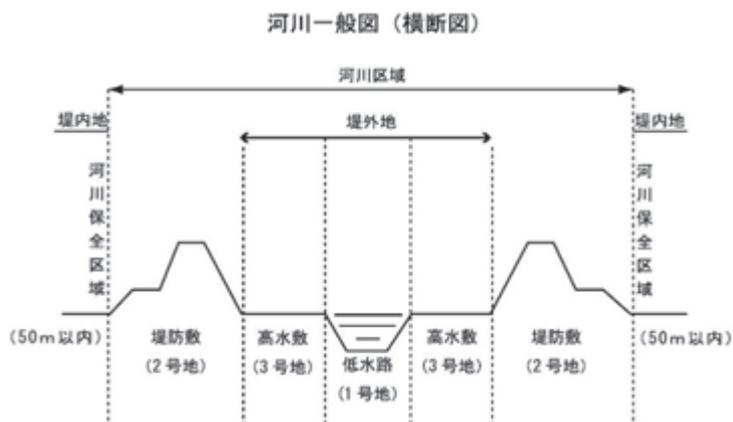


図 1-3 河川区域内の分類

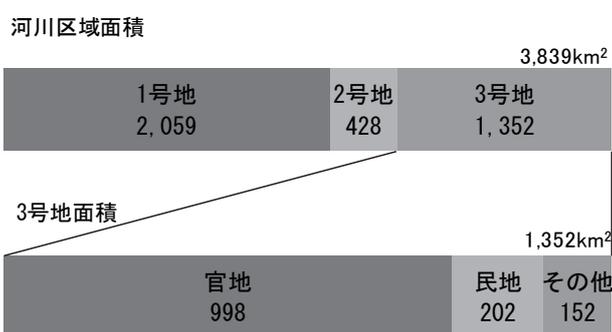


図 1-4 一級河川・指定区間外の河川区域の面積の種別  
(平成 19 年 4 月 30 日現在, 国土交通省河川局水政課調べ)

表 1-1 一級河川の目的別占有面積と割合

(平成 19 年 4 月 30 日現在, 国土交通省河川局水政課調べ)

[単位: 千 ha・(%)]

	公園緑地	運動場	ゴルフ場	採草地	田畑	その他	合計
指定区間外	7.8 (27.3)	3.6 (12.5)	1.6 (5.8)	7.4 (25.9)	5.9 (20.7)	2.3 (7.9)	28.6 (100.0)
指定区間	2.7 (22.4)	0.9 (7.2)	0.1 (0.5)	1.4 (11.4)	3.1 (24.4)	4.3 (34.1)	12.7 (100.0)
一級河川計	10.5 (25.8)	4.5 (10.9)	1.7 (4.1)	8.8 (21.4)	9.0 (21.8)	6.6 (16.0)	41.3 (100.0)

注) その他は, 船舶係留施設, グライダー練習場等である.



単位: 千ha

図 1-5 一般河川の目的別占有面積割合 (吉田, 2008)

注 2) 河川敷地占用許可準則（平成 11 年 8 月 5 日建設省河政発第 67 号，別紙）

第八 工作物の設置，樹木の植栽等を伴う河川敷地の占用は，治水上又利水上の支障を生じないもので無ければならない。以下省略

現状の具体的樹木管理の技術面については，財団法人リバーフロント整備センター編（1997）を参照されたい。

#### 参考文献

国土交通省（2015）河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）

財団法人国土技術研究センター編（2002）河道計画検討の手引き，山海堂。

吉田大（2008）河川の維持管理基準とこれからの河川管理，第 30 回河川管理研修テキスト，社団法人河川協会，pp. 107-159。

財団法人リバーフロント整備センター編（1997）河川における植木管理の手引き，山海堂。

## 第2編 河道の点検

河道の目視点検および点検結果の記録・活用は、「国土交通省河川砂防技術基準維持管理編」（平成23年5月制定，27年4月改定）に基づいた〈堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案：平成28年3月改定〉および（河川巡視規定について：平成23年5月）によるものとする。

また、「河川維持管理技術講習会テキスト〔基本編〕」（一般財団法人 河川技術者教育振興機構）についても参考となる。

### 2.1 総説

#### 2.1.1 目的

河道の点検は、

- ① 流下能力が確保されているかを把握する
- ② 構造物の安定性を確保するための所定の河床高・高水敷幅などが確保されているかを把握する
- ③ 河床高・樹木繁茂などの経年変化の状態監視による、流下能力・構造物安定性に支障を来す河道状況に達するのを未然に察知する

ことを目的として、土砂堆積，樹木群，河床低下，河岸侵食，河口砂州等を対象として、主として目視により行うものである。

河道に関する状態把握（第3編参照）は、ある一定期間ごとに（その間に大出水が生じた場合には出水後できるだけ速やかに）縦横断測量，河床材料や植生等に関する調査結果を用いて行われる分析評価とともに実施することが基本である。

これに対し、ここに示す点検は、目視を主体として行うものであり、これまでの分析評価により見出した要注意箇所などの重点を置きつつ目的①，②に示した河道変化等の状態監視を行うものである。

目的点検の結果に応じて必要な場合には、詳細点検さらに補修など必要な措置を講ずることとなる。また、目視点検で得た情報は分析評価に受け渡され、目視点検の対象とする要注意箇所や点検項目の追記・変更等に役立てられる。

### 2.1.2 適用範囲

河道の状態把握は、河川巡視および目視点検による河道の状態把握のみでは、河道が持つべき機能評価を的確に実施し得ない。そのため、図 2-1 に示すような河道の状態把握方式を基本とする。5年毎および必要に応じて（洪水、地震等により河道状況が大きく変わった場合）、河道機能の詳細評価（初期の状態把握）を実施し、それを点検の河道状態の照査条件とする。通常時の点検情報のみでは河道状態の変化により生じた課題を解消できない場合には、第3編に示す課題に応じた詳細な調査を行うものとする。なお、洪水中、洪水直後、臨時点検を実施するものとする。

河川巡視とは、定期的・計画的に河川を巡視し、その異常および変化等を概括的に把握することを目的とするもので、点検とは一つ一つの河川管理施設の治水上の機能について異常および変化等を発見・観察・計測等することを目的とするものである。

河道の点検は、河川管理施設の河川巡視・目視時に河道の異常等を発見・観察・簡易な計測するものである。河川巡視・目視点検だけでは河道の機能を的確に評価し得ないので、河道の変化が大きい時および5年毎の河道状況の分析・評価結果に基づき、河道の点検箇所と点検項目・内容を設定し、点検を実施するものとする。

表 2-1 に点検、詳細調査及びそれぞれの評価の内容、表 2-2 に点検の実施時期・頻度と確認できる変状の関係を示す。なお、表 2-2 の経年進行性は経年的に徐々に進行するもの、洪水進行性は洪水の作用により徐々に進行するもの、突発性は一洪水中に健全な状態から河道機能を喪失する変状が生じるものである。

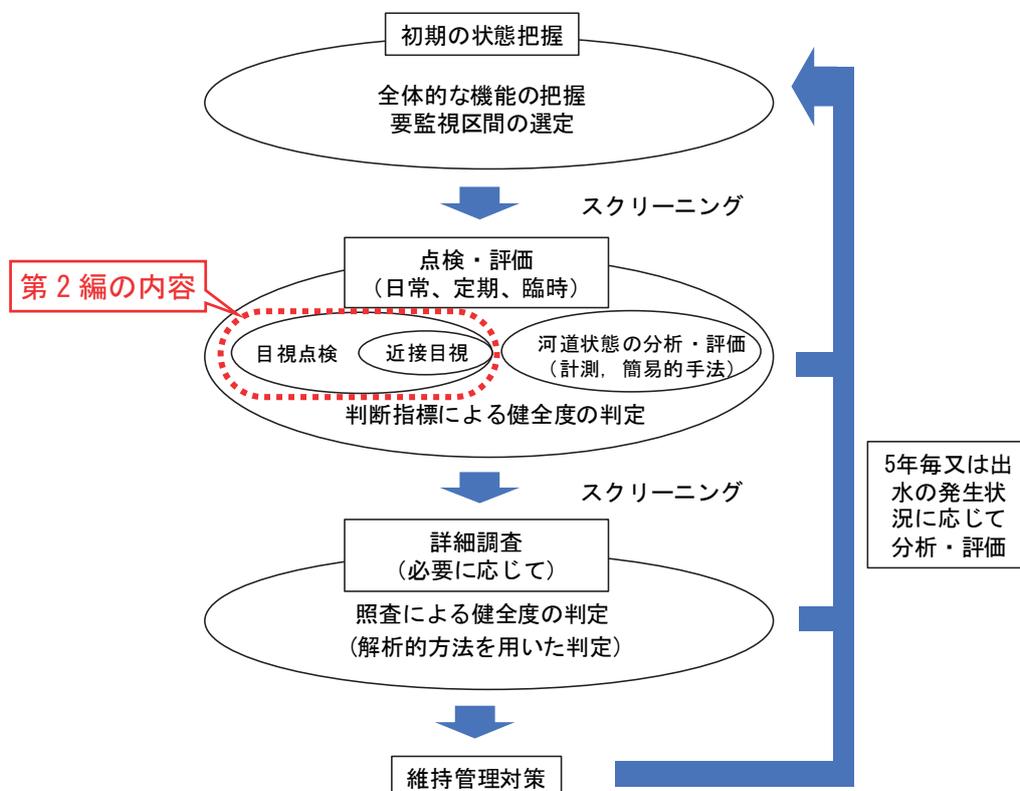


図 2-1 河道監視方式の考え方

表 2-1 点検, 詳細調査

項目	内容
点検	新たな変状や変状の進行を発見するために行われる点検
詳細調査	点検で発見された変状のうち洪水時に機能を喪失する可能性があるとは判断されたものについて、その原因の解明と機能低下の予測、措置の検討のために行われる点検や測量、観測、解析などの行為の総称

表 2-2 点検の実施時期, 頻度と確認できる変状の関係

	経年進行性の機能低下による変状	洪水進行性の機能低下による変状		突発性機能低下による変状
		—	漏水など洪水後に確認できなくなるもの	
日常点検 (数日から1週間間隔)	○入念な目視を必要としないもののみ	○入念な目視を必要としないもののみ	×	×
定期点検 (毎年洪水期前後)	◎	○	×	
臨時点検	洪水直後	○	×	
	洪水中		◎	◎

◎：目視で十分確認がとれる変状 ○：入念な目視で確認がとれる変状 ×：目視で確認できない変状

### 2.1.3 点検の対象

河道の点検は、土砂堆積、樹木群の繁茂、河床低下、河岸侵食などを対象として実施する。広大な面積を有する河道を効果的・効率的に点検するため、河道の変動特性を踏まえて点検箇所（区間）を選定する。選定にあたっては、縦横断面図及び航空写真などを利用するとよい。

### 2.1.4 目視点検の実施時期

河道の目視点検は年1回以上とし、堤防の点検時期に合わせて出水期前に実施することを基本とする。

- ・ 高潮、洪水による出水後にも点検を実施する。
- ・ 河道の点検については、河川定期縦横断面測量図による近年の河道変化の状況を踏まえて、中小規模の出水後に点検を実施するなど必要に応じて点検頻度を増やす。
- ・ 近年の河道変化の状況を把握するためには、縦横断面図及び航空写真を用いると良い。

#### (1) 手段

- ・ 点検箇所（区間）では徒歩にて点検を行うことを基本とし、箇所（区間）間の移動は効率性を考慮して検討する。
- ・ 河道は広大な面積を有し、その中に施設は点在して設置されており、点検に当たっては河川

管理施設と河道を効果的・効率的に点検できるように、事前の十分な検討により点検の手順や範囲を定め、計画的に実施する。

- ・河道の点検では、あらかじめ設定される河川維持管理目標と現地における目視情報とを照らし合わせて比較できるよう準備するとよい（例えば、杭を打つ、河川維持管理目標を航空写真や河道横断図・平面図上に描く等）。
- ・河道の点検では、砂州の変化や樹木の繁茂状況の変化を把握するため、橋梁等の定点より目標を定めて写真撮影を行う。
- ・点検結果は維持管理目標との差異を目視等により把握し、その時間的变化が追えるように記録する。その際、それと同時期に進行しつつある他の変化や顕在化した変化等（例えば砂州の発達等）を捕捉情報として記録すると良い。
- ・河床変動の把握のために必要な場合には、測量等を実施する。河岸侵食では、目標となる杭を設置することを検討する。局所的な深掘れの場合には、計測定点を設けることも検討する。全体的な堆積傾向や洗堀傾向などを簡易に把握するには、固定点からの河床状況写真（撮影日時を必ず記録する）も有効である。

## (2) 体制

- ・目視点検は、施設規模等によって異なるが、安全を考慮して1名での単独点検は行わないことを基本とし、2名以上の班を編成し実施する。
- ・特に、水際部の点検に当たっては、ライフジャケットを着用するなど十分に安全に留意する。
- ・出水期前、台風期、出水後のそれぞれの点検体制は、堤防の点検に準じて設定する。

## (3) 重点監視箇所（区間）の設定

- ・広大な河道、長い延長にわたる河岸や低水護岸、分散した水制等を網羅的に点検することは不合理であり、既往の変状などを踏まえて重点監視箇所（区間）を設定する必要がある。また、事前に点検の経路を確認しておく。
- ・河岸防御工としての機能・構造安定性が確保できる設計条件を超えた河床低下が既に生じている区間、また条件はかろうじて満たしているものの河床低下傾向にある区間においては重点監視箇所とする。
- ・河道縦断形状の経年変化や河床変動計算により河床上昇傾向が認められる区間、樹木群拡大に伴う流下能力の低下が顕在化している区間は、現況の流下能力、堤防や背後地の状況などを勘案して点検区間とする。
- ・流下能力の向上を目的とした樹木群伐採の実施範囲、樹木群が繁茂した場合に流下能力不足となる区間、あるいは樹木群による偏流が発生していると確認された区間については、堤防や背後地の状況等を勘案して重点監視区間とする。
- ・以上の点検区間の設定にあたっては、縦横断図・航空写真を参考にするとよい。

## 2.2 河道の点検

河道の点検の具体的な内容については、「河川維持管理技術講習会テキスト [基本編]」（一般財団法人 河川技術者教育振興機構）によるものとする。

### 2.2.1 流下能力

#### (1) 考え方

流下能力の点検として、土砂の堆積状況、樹木群の繁茂状況および漂流物の構造物への集積状況について観察するとともに、それらの経年変化を状態監視する。

流下能力は、土砂の堆積による河積の減少、樹木繁茂による死水域の形成・粗度の増加によって低減する。これらがある一定以上まで進行すると、所定の流下能力が確保できなくなる。目視点検は、これらの進行状況を観察し、詳細点検による流下能力の再評価の必要性を判断する情報として整理するものである。

また、出水直後には、土砂の堆積に加えて、洪水流により流送されてきた漂流物が樹木群や橋梁など横断工作物への集積状況について、目視により把握する。集積した漂流物は、河積を阻害するだけでなく、次の出水で構造物に悪影響を与え、さらに下流へ一挙に流下して被害を拡大しかねないことから、次の出水までに極力撤去する。その対象とすべき箇所を選別する情報として、目視点検の結果を整理する。

#### (2) 重点監視箇所の設定と点検の着目点

流下能力の重点監視箇所は、第4編表4.2 ランク区分 b, c, d とするが、ランク b については次の箇所（区間）に着目して重点監視箇所とし、点検を行うものとする。

- ・土砂の堆積状況           : 勾配変化点、支川合流部、狭窄部上流、感潮区間、拡幅区間
- ・漂流物の付着状況       : 横断工作物、樹木群
- ・樹木の繁茂状況         : 樹木群

河道内の土砂は、流水の作用によって転動あるいは浮遊するなどして下流へと運ばれる。流速が速いほどより重い（粒径の大きい）土砂が移動し、遅くなるにつれて重い土砂から移動しなくなる。このため、流速が遅くなる次のような箇所（区間）において、土砂の堆積が発生し、流下断面が減少する可能性がある。

- ・河床勾配が急から緩に変化する区間（セグメントの境界付近）
- ・本川の河床勾配よりも急な河床勾配の支川が合流する箇所
- ・横断工作物や狭窄部などによって堰上げが生じる区間
- ・潮位の影響を受ける区間
- ・低水路の掘削など河積を上げる工事を行った区間

流木などの漂流物は、橋脚のスペンが狭い橋梁などや樹木群に集積して、洪水の流下を阻害す

る場合があるため、出水直後の点検において注意して観察する。

樹木群の繁茂範囲の拡大や樹高の増加は、流下断面を減少させる要因となる。このため、樹木が裸地・草地へ新たに繁茂してきたか、また樹木群の繁茂範囲の拡大・樹高の増加について、2.2.2に後述するように観察する。



図 2-2 橋梁に流木が掛かり迂回流によって生じた侵食

## 2.2.2 樹木群

### (1) 考え方

樹木繁茂による死水域の形成・粗度の増加によって流下能力が低減していないか、また樹木群による偏流によって水衝部を形成するなど構造物安定性に支障を来す状況に達していないか、樹木群の形成範囲・高さなどについて観察するとともに、それらの経年変化を状態監視する。

樹木群については、①流下能力の低減と、②偏流・水衝部の形成の観点から点検を行う。

一般的に樹木群内では流速が遅く、流下能力の評価にあたっては死水域あるいは樹木群の粗度を評価し流下能力を評価する。また、樹木群内外の流れが渦によって交換されるため、流れに抵抗が付加される。これらの影響のため、樹木群は流下能力を低下させる効果を有する。さらに、樹木群内に土砂の堆積が進行して、流下断面を減少させる場合がある。これらがある一定以上まで進行すると、所定の流下能力が確保できなくなる。

上記の効果は平面的な流れの向きを変える効果も有する。その結果樹木群の形成・拡大に伴って偏流を起こして、水衝（水当り）を強め、河岸侵食を促進するなどの影響が生じうる。例えば図 2-3 のような場合、洪水流は樹木群によって高水敷に乗り上げることを阻まれることで、低水路内に流れが集中し、その結果として（A）地点における水あたりを強めることが懸念される。その反面、樹木群が堤防に沿うように形成されると、草地であった場合に比べて堤防近傍の流速が低減され、堤防のり面・のり尻の侵食を抑制する効果が期待できる。ただし、樹木群の河積阻害の度合いが大きいなどのためその上流端で水位せき上がりが大きく、かつ樹木群と堤防が離れており水路状のすき間がある場合には、（B）地点のようなすき間上流端において流速が増す場合があり、堤体や堤脚の侵食が懸念される。

樹木群の目視点検は、樹木群の範囲・高さを観察し、①の観点については詳細点検による流下能力の再評価の必要性を判断する情報として整理するものである。

同様に②については「堤防の点検」、「護岸の点検」、「河床低下」、「河岸侵食」などの点検結果

と併せて、点検対象とした樹木群が構造物安定性に影響を及ぼす偏流・水衝部の形成要因となっていないか、判断する情報として整理するものである。

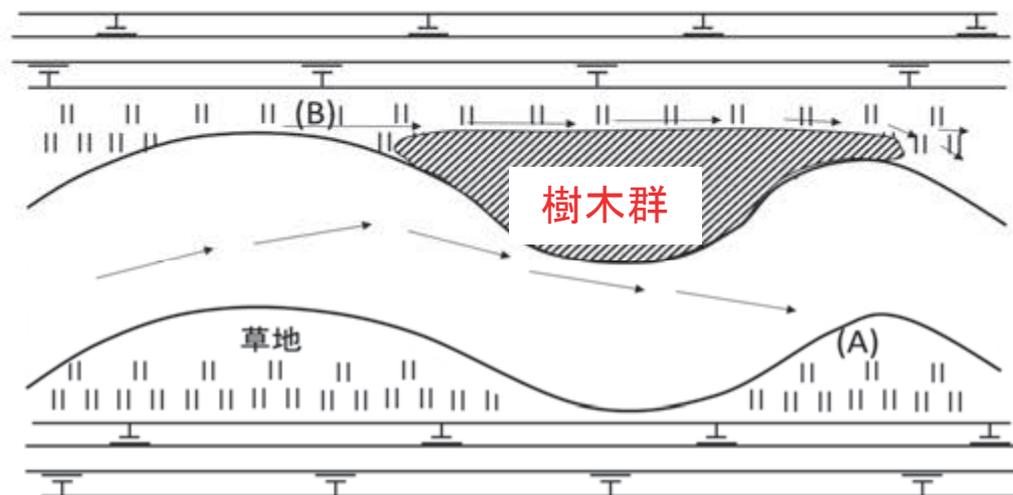


図 2-3 樹木繁茂による偏流，堤体際の高速流

## (2) 重点監視箇所の設定と点検の着目点

樹木群の重点監視箇所は、2.2.1 (2) および第4編4.2.2, 4.3.3で抽出されたランク b, c, d [広範囲に繁茂している箇所、相対的に流下能力が小さな区間、樹木群による偏流によって堤防が影響を受ける箇所(区間)]とし、点検を行うものとする。

河道内には多くの樹木が繁茂しているが、それらの樹木をすべて点検する必要はない。流下断面の阻害と偏流による影響の大きさを勘案して重点箇所(区間)を選定しておくことが効率的な点検を行う上で重要である。

## 2.2.3 河床低下・局所洗掘

### (1) 考え方

河床低下や局所洗掘によって、護岸や床止めなどの河川管理施設や橋梁などの許可工作物が不安定になることを未然に防ぐため、砂州や瀬などの地形変化、構造物の変位などを観察するとともに、それらの経年変化を状態監視する。

河床低下・局所洗掘の状況を目視で確認することは容易ではなく、構造物の変位や周辺の流れの変化、瀬の変化などを観察する間接的な手法によって、河床低下・局所洗掘の進行状況を推測することになる。目視点検は、これらの変化状況を観察し、詳細点検による河道地形測量などの必要性を判断する情報として整理するものである。

## (2) 重点監視箇所の設定と点検の着目点

河床低下・局所洗掘の重点監視箇所は、第4編4.3で評価されたランクb, cの区間とし、点検を行うものとする。また、特に以下の箇所（区間）に着目して点検する。

- ・護岸，床止工，堰，橋梁など河川構造物とその周辺
- ・砂州，瀬
- ・砂利採取や大規模な掘削工事をした箇所の上下流
- ・砂州や樹木群の形成・発達にともない水衝部となった箇所

堰，床止めなどの構造物の直下流で河床低下が生じると，水叩きや護床工などの沈下など変状を引き起こす場合があるので，こうした変位を状態監視することで，河床低下・局所洗掘の進行状況を把握することができる。また，橋脚保護のための根固めの沈下なども河床低下・局所洗掘の状況を推測する上で有効である。

砂州や瀬は洪水による河床地形の変化によって変化し，経年的に瀬の形成位置，形成箇所の変化が生じる場合がある。溝状の流路が形成されるようになるなどの変化が顕著になった箇所（区間）では河床低下が進行したことが想定される。また，砂・礫などの河床材料が失われ，その下層のいわゆる土丹層（固結度の低い泥岩や洪積層の硬質粘土層）が表れている箇所（区間）では，出水によって土丹層が破れて急激な河床低下や局所洗掘を引き起こす場合があるので注意する必要がある。

砂利採取や大規模な掘削工事を行うと，上流側の土砂を引き込み，また下流側へ移動する土砂が減少することによって，掘削箇所より上流および下流側において河床が低下する場合がある。

砂州や樹木群の形成・発達にともなって水衝部となった箇所では，一般的に局所洗掘が生じる。

## 2.2.4 河岸侵食

### (1) 考え方

河岸侵食の進行により高水敷が流失する，または高水敷の表面が洗掘されることにより，堤防の安定性に支障を来す状況に達していないか，高水敷幅，高水敷面の洗掘状況，河岸形状などを観察するとともに，それらの経年変化を状態監視する。

河岸侵食が進行して高水敷が失われると，最悪の場合，堤体の足元が侵食され破堤に至る可能性がある。また，侵食は河岸から始まるだけでなく，高水敷から始まる場合や堤体が直接侵食される場合もある。

目視点検では，過去の調査結果などを念頭におき，河岸侵食や局所洗掘の進行状況を観察し，河岸防護工の設置の必要性を判断する詳細点検のための情報として整理するものである。



図 2-4 洪水時の河岸侵食の状況



図 2-5 洪水後（左写真ヶ所）の河岸侵食地点の状況

## (2) 重点監視箇所の設定と点検の着目点

河岸侵食の重点監視箇所は、第4編4.3.3で評価されたランクb, cの区間とし、点検を行うものとする。すなわち以下のような区間である。

- ・河岸侵食の点検は、砂州・樹木群による偏流や河道湾曲などにより形成される水衝部、流速が部分的に増加しやすい箇所（区間）に着目して行う。
- ・水衝部、湾曲部の外岸、濇筋（最深河床を結んだ線）に近接している河岸など
- ・構造物などとの位置関係から侵食されやすい箇所：橋脚に近接する河岸、護岸設置箇所の下流河岸、横断工作物の袖部など
- ・流速が部分的に増加しやすい箇所：河床低下・局所洗掘の進行している箇所、流下断面の急縮部など

一般に、河岸侵食されやすい箇所（区間）は、砂州の配置、河道の線形、濇筋の位置などの平面的な位置関係から抽出できる。堤防や低水路、濇筋が屈曲している箇所や勢いのある支川の合流部の対岸側などは、水当たりが強い水衝部となり、河岸侵食などが生じやすい。河道が湾曲している場合は、外岸側中下流部の流速が速く、侵食されやすい。濇筋は流速が速いため、河岸が近接している場合は侵食されやすい。砂州が発達している区間では、砂州の下流への移動に伴い、河岸侵食や局所洗掘の発生が懸念される水衝部の位置が移動する。他方、砂州が固定化した区間では、みお筋部の河床低下とともに河岸侵食が懸念される。こうした、砂州の挙動と併せて河岸侵食の進行をある程度予測することができる。そのため河岸侵食・局所洗掘の予兆把握として、砂州の挙動把握は重要であり、かつ必要である。なお、河岸侵食が進行して河岸の位置が堤防防護ラインを横切って堤防側に近づいていないかは堤防の安全上重要であることから、特に注意して観察する必要がある。

橋脚に近接する河岸や護岸設置箇所の下流河岸などは流速が速くなることから侵食されやすい。堰や床止めでは落差によって流速が早くなるため、一般に袖部は護岸や護床工によって保護されているが、下流側が河床低下すると想定外の流速となって迂回流を生じて大きな被害をもたらす危険性があるため、「河床低下・局所洗掘」の点検と合わせて見ておくことが必要である。

大規模に河道改修を行った場合、改修区間に近接する上流側未改修区間において水位が低くな

り、流速が増加するため侵食が進行する懸念がある。高水敷を大規模に掘り下げた場合は、高水敷上の流速増加により高水敷表面の洗掘が生じる懸念がある。

## 2.2.5 河口砂州の点検

### (1) 考え方

河口砂州が流下能力に影響を及ぼすことが懸念される河川においては、河口砂州の変動状況を観察する。

河口部では、沿岸漂砂の堆積も相まって河口砂州を形成する場合がある。通常の場合、河口砂州は洪水時にフラッシュされることが多く、問題にならないが、フラッシュ量がどの程度になるかの予測は困難であることから、過去に河口砂州の影響で出水中の水位が上昇して被害を受けたことのある河川や、河口砂州が発達しやすく、砂州の規模が大きい河川などでは点検が必要となる。

### (2) 点検の着眼点

河口砂州の点検は、主として砂州の形状や植生の状況に着目して行う。

河口砂州は、開口部が狭いほどフラッシュされるまでの水位上昇量が大きく、高さが高くなるほど越流しにくくなりフラッシュされにくい。また、砂州の上部に植生が繁茂している場合は、近年フラッシュしていないことを示している。

出水後には、フラッシュの有無などフラッシュ状況を確認する。

## 参考文献

国土交通省水管理・国土保全局河川環境課（2016）堤防等河川管理施設及び河道の点検要領。  
一般財団法人河川技術者教育振興機構（2017）河川維持管理技術講習会テキスト〔基本編〕。

## 第3編 河道の状態把握および記録要領

### 3.1 総説

#### 3.1.1 目的

「河道の状態把握および記録」は、河川維持管理目標が達せられるように、河道の状態把握を行い、およびその結果を記録するものである。

河道の維持管理の基本は、河道の状態把握（良く川を見る）、記録（それを情報として整理保存）、分析・評価（状態の解釈）、活用（対策の立案と対策の実施）というサイクル（PDCA）型の管理をルーチン化していくことである。この仕組みが「河道の維持管理システム」である。

「河道の状態把握および記録」要領は、河道の状態把握（良く川を見る）、記録（それを情報として整理保存）に関する基準を示すものである。

#### 3.1.2 適用範囲

河道の状態把握は、河道の点検のみでは河道が持つべき機能評価を的確に実施しえないので、5年毎及び洪水、地震等により河道状態が大きく変わった場合に、河道の詳細調査を実施するものとする。

第2編に示した河道の点検は、定期的・計画的に河川を巡視し、その異常および変化等を概括的に把握することを目的とするものである。一方、河道の変化は流水の作用の大きさとその頻度に応じて変化するため、河道の点検のみでは河道の機能を的確に評価し得ず、測量や観測、解析等の手法による詳細調査による河道状態の分析・評価を実施する必要がある。

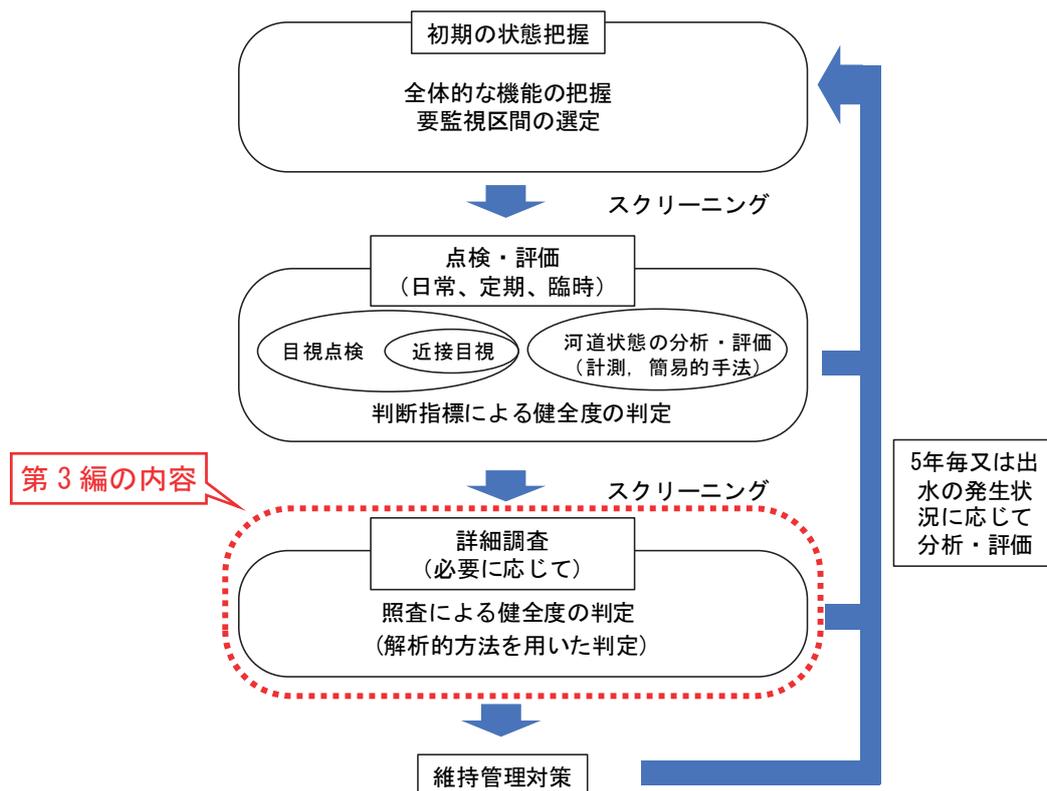


図 3-1 河道監視方式の考え方

### 3.1.3 河道の状態把握の対象

河道の状態把握の段階で重要なことは、河道の流下断面の確保、施設の機能維持、河川利用、河川環境の整備・保全の観点から、河道形状および河川内植生（樹木）状況およびその変化、また不法工作物・不法掘削・不法土砂投棄等の不法行為による河道状態変化を把握することである。

ただし、河道の状態把握に当たっては、維持管理行為の合理化のため「重点監視項目」を設定し、河道の流下断面の確保や施設の機能を損ねる要因に応じて、たとえば測定の頻度や密度を替え、巡視・点検の際にその要因項目に合った観察方法により注意して観察する等の対応を図るものとする。

河道の状態把握の対象としての「重点監視項目」は大きく分け、河道および河道内植生の変化に伴う流下能力（量的安全性）と河道の変化に伴う河川管理施設の変状（質的安全性）の2種類である。

なお、河川管理施設の機能維持のための河道の維持管理および対策は、河道形状の人為的制御（植生管理、河道の変状の補修・掘削、河床変動制御施設の建設）するものである。

図 3-2 に「重点監視項目」とその現象形態例を示す。

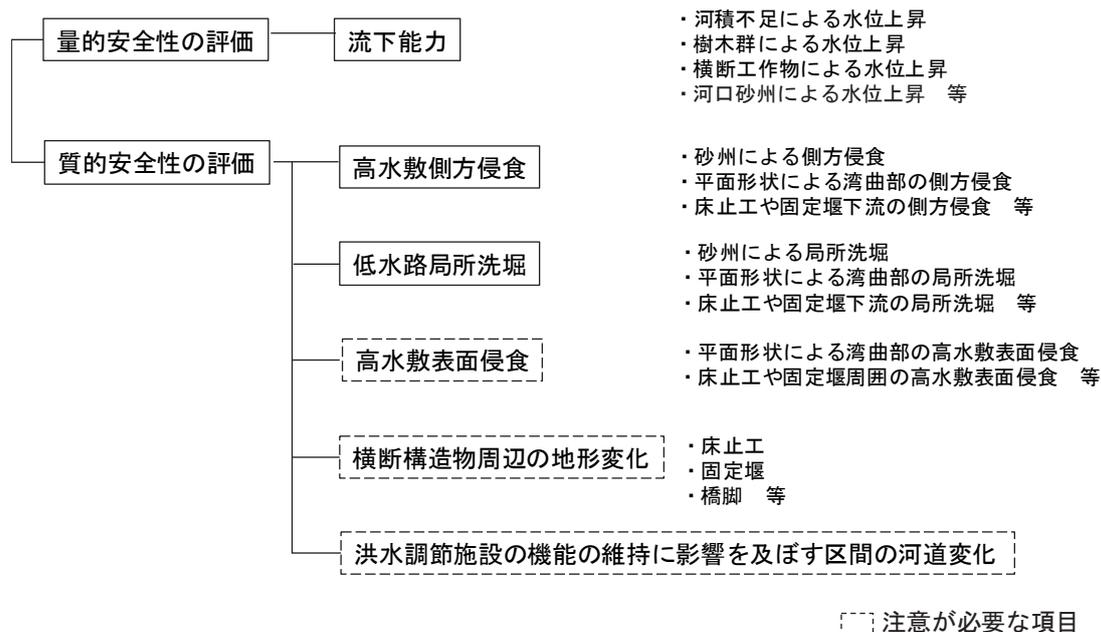


図 3-2 「重点監視項目」とその現象形態

### 3.1.4 河道の詳細調査の実施時期

河道の詳細把握は、観察対象に合わせ、平常時、洪水直後、震度4以上の地震の発生後、および定期的に必要に応じて河道地形調査(縦横断測量)、河川内植生調査、河床材料調査、河道土質・地質調査、航空写真測量等により実施するものとする。さらに、必要に応じて5年毎に実施される河道および河川構造物の機能評価に合わせて、河道状況の詳細調査を実施するものとする。

河道の詳細把握は、5年に一回程度実施される河川状態の分析・評価に必要な河道状態を把握するために行うことを原則とするが、大洪水後に河道状態が大きく変わり、河川整備計画の変更を伴うような場合にも実施するものとする。

なお、洪水後、河道の変状が大きく治水安全性が低下する恐れのある場合は、速やかに必要な河道の状態の詳細調査を実施し、応急対策計画を策定するものとする。

### 3.1.5 河道の詳細調査の手法

河道の状態把握は、河道形状測量、航空写真撮影、河床材料調査、河川植生調査、水辺の国勢調査等の調査、さらに市民による通報・聞き取り情報によるものとする。

具体的状態把握手法については、河川砂防技術基準調査編および以下の規定、要領によるものとする。

- ・堤防等河川管理施設及び河道の点検要領

平成28年3月 国土交通省水管理国土保全局河川環境課 発

### 3.1.6 河道の詳細調査の実施者と実施時期

河道の詳細調査は、河川事務所担当職員によるものとするが、流域住民からの通報等も参照するものとする。状態把握の具体的実施者と実施時期の関係は、その目的により表 3-1 を基本とする。なお、各年度の終期前に、事務所維持管理担当職員により次年度の維持管理方針・内容について計画を立案し、受託業者との業務内容の確定、連絡網の確認を行うものとする。

表 3-1 河道の詳細調査の実施者と実施時期

実施時期	実施者	目的	項目
定期（5年間隔） 洪水後 地震後（震度5以上）	点検業者 測量業者 維持業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・（重点監視対象以外の）全変状の把握</li> <li>・河川のシステムとしての機能の把握</li> <li>・重点監視対象の設定</li> <li>・変状等についての措置方針の決定</li> </ul>	点検（入念な目視） 詳細調査（測量、計測、探査、解析）

## 3.2 記録と活用

### 3.2.1 基本データの収集

河道状態の記録において重要なことは、河道の維持管理に必要な様々な情報を、河道の状態変化を維持管理上の課題を見つけ出し関連する要素間の関係および因果関係を解釈できるように、体系的に整理、編集することである。関連する情報は、「河川カルテ」および「河道特性情報集」に付加・編集するものとする。

河川砂防技術基準 維持管理編においては、第2節 基本データの収集において

- ・水文・水理等観測
- ・測量（縦横断測量，平面測量）
- ・河道の基本データ（河床材料調査，河道内樹木調査）

が挙げられている。河道の維持管理の観点からは、これに加えて以下の情報を整理し、記録するものとする。

- ・河床下の土質・地質層序構造調査

堤防の安定性評価のため、堤防下の土層構造および土質物性値の調査がなされている。土質・地質層序構造は、河道の変化を制約・規制する。河道の維持管理にとって必須の情報である。

- ・航空写真測量

河道内砂州形状の変化，水衝部位置の変化，植生繁茂状況の変化等河道維持管理に関する必須情報である。

### 3.2.2 河川カルテ

国河環境第4号 平成23年5月11日 河川局河川環境課河川保全企画室長 発「河川カルテの策定要領について」に則り「河川カルテ」を作成するものとする。

維持管理における ICT 活用として、平成 25 年 4 月より河川維持管理 DB システム(RiMaDIS= River Management Data Intelligent System=リマディス)の運用が開始されている。これは、GPS 機能付きのタブレット端末を活用し、河川巡視、河川カルテ作成等を作成し、情報を適宜更新、河川維持管理情報の共有化や蓄積データによる河川管理施設の分析・評価を目的としおり、これを活用するものとする。

### 3.2.3 河道特性情報集の情報項目と情報の加工

#### (1) 河道特性情報編集の目的

河道特性情報集は、河道の特徴が十分表現され、河道に求められる機能に問題が生じた場合に、その問題点が明確に分かるように記録・編集するものとする。また、河道状態の分析・評価、河道維持対策にも活用できるように編集しなければならない。

現状の河川維持管理行為に最も必要なことは、河川維持管理に関わる情報を、的確に、素早く収集し、それを意味あるものに編集し、比較考量(判断行為)し得るシステムとすることである。これまで分散・分断されて蓄積されてきた河川情報を河川維持管理の目的のために集約し、これを積極的に河川管理の判断行為に利用するものである。

河川維持管理に係る情報は、河川縦横断測量のような定期的な調査、特定の問題に関連した随時調査により、これまでに膨大な資料が蓄積されているが、河川の維持管理行為にすぐに役立つように体系的にかつ利用しやすい形に編集・整理されているとは言い難い。

河川維持管理、特に河道の維持管理において、河道内に生じた問題を素早く察知して、適切な対応を取るためには、当該河道の状態を過不足なく迅速に把握できる体系的な情報が必要である。この体系的に編集された情報が「河道特性情報集」であり、河道特性情報集を基に河道の現状を評価し、近未来を予想し、必要な対応・対策を立案することとなるため、河道管理システムの根幹に位置づけられるものである。

なお、情報編集に当たっては河道特性に関する情報(調査結果)が必要である。河道特性調査の枠組み、調査の視点、調査結果の整理法については、河川砂防技術基準 調査編 第4章 河道特性調査に詳述されている。

河道特性情報集を共通の基準・仕様で編集することにより、他河川との相互比較が容易となり、他河川の経験を利用する場合の技術的な議論をする共通基盤となり、また個々の河川の特殊性・個性も知ることもできる。

なお、河道の維持管理に関する情報は河川維持管理に関する部分集合である。その多くは共通情報である。従って河道の維持管理という単目的の情報集を編集するのではなく、河川維持管理という目的のために編集された河道特性情報より、必要な情報を引き出すものとする。

## (2) 河道特性情報集が対象とする河川管理項目

河道特性情報集は、河川管理行為の合理化、論理化、整合化、判断の迅速化のために編集するものである。

河川の情報は、統合体としての河川が浮かび上がり、かつ必要なとき必要な情報がすばやく引き出せるように河川管理項目を編集・システム化しなければならない。

近い将来、河道特性情報集がデータベースとして電子情報システムに格納され、また通信装置を通じてそこに関係者がアクセスできるようになり、また情報を計算機上で自動編集されるようなシステムとなることが予想されることから、その状況を想定して編集する。

河道特性情報集が対象とする河川管理項目は、行動指針作成（計画，設計），河川の機能評価，機能維持行為 のための情報（ストック情報）とする。具体的には、

- ・ 河川に関わる計画および設計  
河川整備計画，利水計画，環境管理計画，維持管理計画，補修計画，災害復旧，構造物の設計
- ・ 治水安全度（流下能力，河川施設）の評価結果  
流下能力と治水安全度（河川地形と植生の変化），堤防の安全度，河道の安全度，構造物の安全度
- ・ 河川の維持管理  
監視情報の編集と意味解釈結果，保全行為
- ・ 河川環境管理  
環境の質の評価（水質，空間，植生，動物，流量，地形，土砂）
- ・ 流域交流  
流域住民・地方公共団体・市民団体との協働活動等に係わるものである。

## メモ RBCOM (ルビコン)

河道基盤情報化システムは、River Base Computerization System の略称でRBCOM (ルビコン) と呼ばれるシステムである。河川や河川管理施設等の効率的・効果的な管理を推進するために、各種情報をデータベース化するためのシステムとして平成26年度に検討され開発された。

開発の目的は、河道に関する基盤的情報を格納した各種データベース化及びデータベース情報が利用でき、河川整備計画や維持管理計画等の検討に必要な情報を表示するとともに、河川事務所等の現場におけるニーズに対する技術指導を行う際のデータ蓄積を目的にシステムとして構築されたものである。主な活用目的は以下の3点である。

- ・河川整備計画または河川基本技術会議等に係る検討支援
- ・河川維持管理計画に係る検討支援
- ・技術相談に係る検討支援

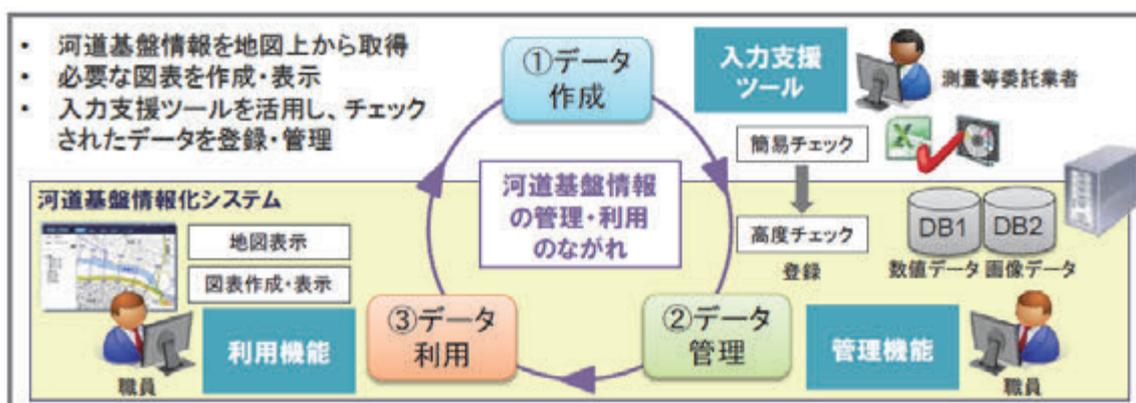


図 3-3 RBCOM システム概要

## i) 情報の編集方針

情報集は、表出された記号（図表・書かれたもの）からなる。その情報を受け取った者は、それを単なる記号表示（シニフィアン）以上の観念・意味（シニフェ）として受け取る。その意味性（所与をそれ以上のあるものとして）は、情報集に編集された他の情報項目やその序列、さらに、情報を受けた者が身体化した知識、受けたときの文脈（関心、意欲、場）により異なる。記号とその意味（概念）に対する共通観念がないと情報の受発信者間で相互理解ができない（伝わらない）。技術情報として情報集を意味解釈するためには河川に対する共通認識（理論）が必要である。受け手の知識不足・理解不足に対しては、情報集の編集では解決しない。情報の意味解釈（情報の読み方）のためには記号（語彙）の共有化が必要であるが、本要領では対象としない。

なお当面、中核技術集団が意味を読み取り、分析・評価し、情報集に記載・付加するものとする（中核集団とは、河川管理者、コンサルタント・財団・大学等の専門家）。意味解釈のマニュアルを作るとすれば、水理学、土質力学、沖積河川学、構造物設計論、河道計画、河川に関わる法令、に関する基本的な知見が必要となる。これを担える人材の育成・教育システムづくり自体が別途の大きな仕事となる。まずは、用語集、分類、概念、記号の解説、相互関連性の解説、最終的には目的別引用項目と解説に関する手引きの作成と教育が求められる。

本要領ではこれらの知見があるものとして、以下の情報編集方針をとる。

- ・編集される情報の構造

河川管理行為の目的とリンクする各情報項目とその項目間の関連性を引き出せるものでなければならない。

- ・情報の階層性と序列

河川管理の観点から情報の序列と階層の設定を行う。

大項目から小項目へ

- ・情報の分類とカテゴリーの考え方

二つの方向性がある。

①行為の目的論(行為フローに沿って)から編集する。

②情報の類似性からカテゴライズし、大項目から小項目に編集する。

情報収集は種々の河川管理項目に使えるようにするという意味から②で編集する。

ii) 情報の階層性

情報は、編集行為により意味付けられ高度なものとなっていく。ここでは編集レベルを3階層に仕分けする。

一次情報：河川横断測量結果，水質データ，水文観測データ，河川カルテ等の基礎データ（データベースが出来上がりつつある）

二次情報：一次情報を意味ある形に編集し，三次情報に引き渡す時の百科全書的データベース，イメージとしては河道特性情報集（まとまりのある文・記号，記号群と記号群の関連を示し意味性を持ったもの）

三次情報：河川管理における判断行為のために，より高度化された抽象度の高い総合化された情報，イメージとしては河川整備計画のための説明資料，維持管理計画の具体的行動指針（根拠）情報

本要領では，一次情報の編集方針については取り扱わない。基本的には二次情報の情報編集を考える。その際，三次情報の情報編集という目的に答えられるように意識して編集する。

三次情報の編集は，河川管理(行為)の目的に合わせて編集するものである。

### (3) 河道維持管理に必要な情報項目

編集項目は，表 3-2 に示す管理項目を基本とし，必要十分な情報となるように編集するものとする。

編集項目の一例を表 3-2 に示す(財団法人河川環境管理財団，2007)。

一つの河道管理項目に対し，複数の編集項目が必要となるのは，河道の変化や問題点が一つの編集項目のみでは記述できず，複数の情報を重ね合わせて総合的に解釈しなければ説明できないことを意味している。

ここで特に留意しなければならないことは，河道の特性や問題点は，河川毎に異なるばかりか，区間（セグメント）によっても異なる点である。本要領に示す情報項目のみでは，各河川の特性や問題点の明確化に対して不足することも考えられることから，当該河川の「特徴と問題点」が

浮きぼりになるように、情報の内容を変化させ、編集項目を適宜追加する必要がある。

表 3-2 河道管理の目的と視点

(1) 流下能力
① 河積等からみた流下能力
② 河道の粗度管理
③ 堤防の高さ・幅等の断面形状
(2) 施設（堤防等）の機能
④ 洗掘・側方侵食に対する河道の安全性
⑤ 浸透に対する堤防の安全性
⑥ 地震に対する堤防の安全性
⑦ 構造物周辺の変状
(3) 河道の変動
⑧ 河床低下による河川工作物の根入れ不足
⑨ 河床低下や堆積による取水障害
⑩ 遊水地等付近の河道の位況と河床高の関係（調節効果への影響）
(4) 河川環境
⑪ 河川環境の変遷の把握
⑫ 現況の河川環境の把握
⑬ 河道の変化が河川環境に及ぼす影響の予測
(5) 河川利用
⑭ 高水敷利用のための管理及び対応
⑮ 水面利用のための管理及び対応（舟運・各種レクリエーション等）

#### (4) 情報の収集

各編集項目の作成に必要な基礎資料を収集するものとする。基礎資料は、既存資料から収集可能である。

将来の河道の変化を予測して適切に河道管理を行うためには、過去の資料から河道の変化を読み取ることが重要である。その精度を左右するものは、長期間の資料の存在である。分析手法や分析能力が優れていても、資料がなければ河道の変化の実態を反映することすらできない。したがって、収集作業にあたっては、存在する過去の資料を収集するために、あらゆる努力をする必要がある。

#### (5) 情報の階層・加工

河川横断測量結果や水文観測データ等の河川・流域に関する基礎資料は、加工することにより意味付けられ高度なものとなり、河道管理に役立つ情報となる。したがって、評価や対策の必要性の有無の判断、今後の河道形態の予測などの河道管理の目的・視点に合致するように加工するものとする。

河道特性情報集を汎用性の高いものにするために、情報のレベルを3.2.3(2)で示した3階層に仕分けして整理・編集し、それぞれについて必要な事項を記載するものとする。

図 3-4～図 3-6 に1次情報から3次情報の例を示す。このように、情報の加工レベルが上がると、情報は意味を持ち、より抽象度の高いものとなり、管理目的に答えられる情報となっていく。

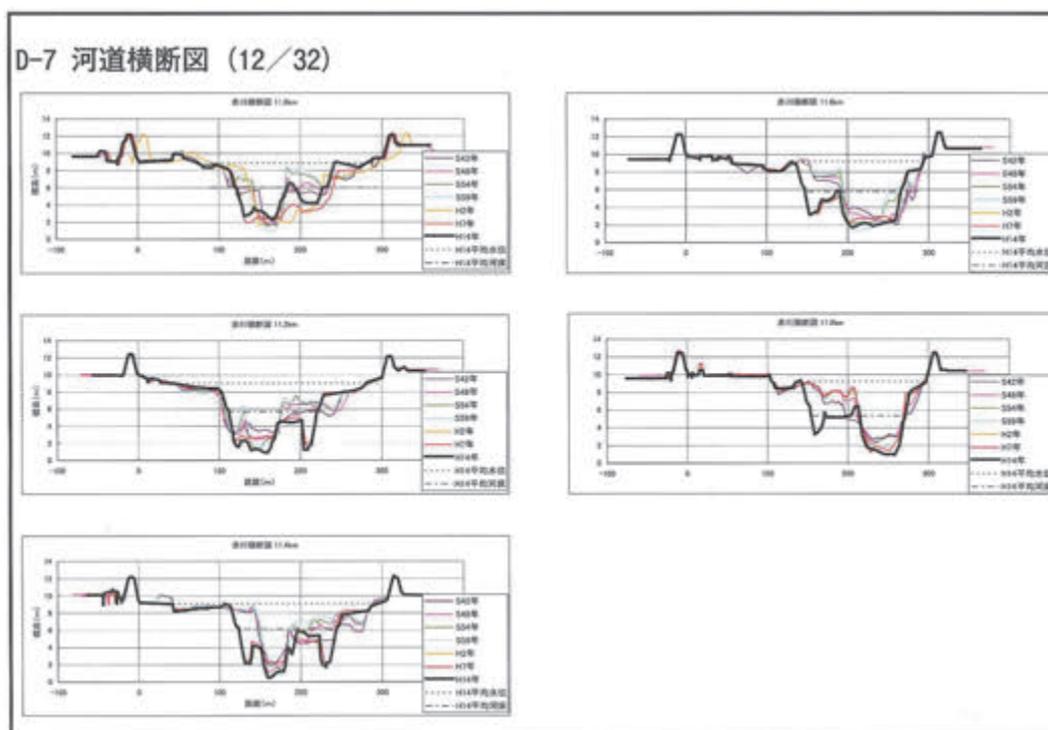


図 3-4 河道特性情報集制作例 (1次情報)

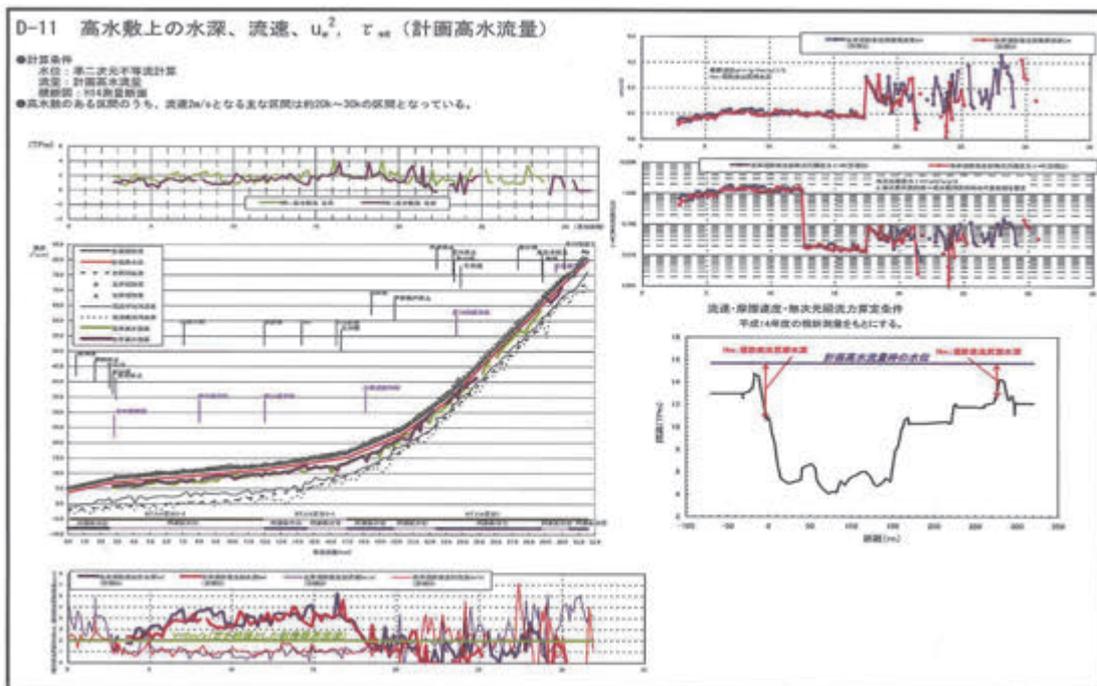


図 3-5 河道特性情報集制作例 (2次情報)

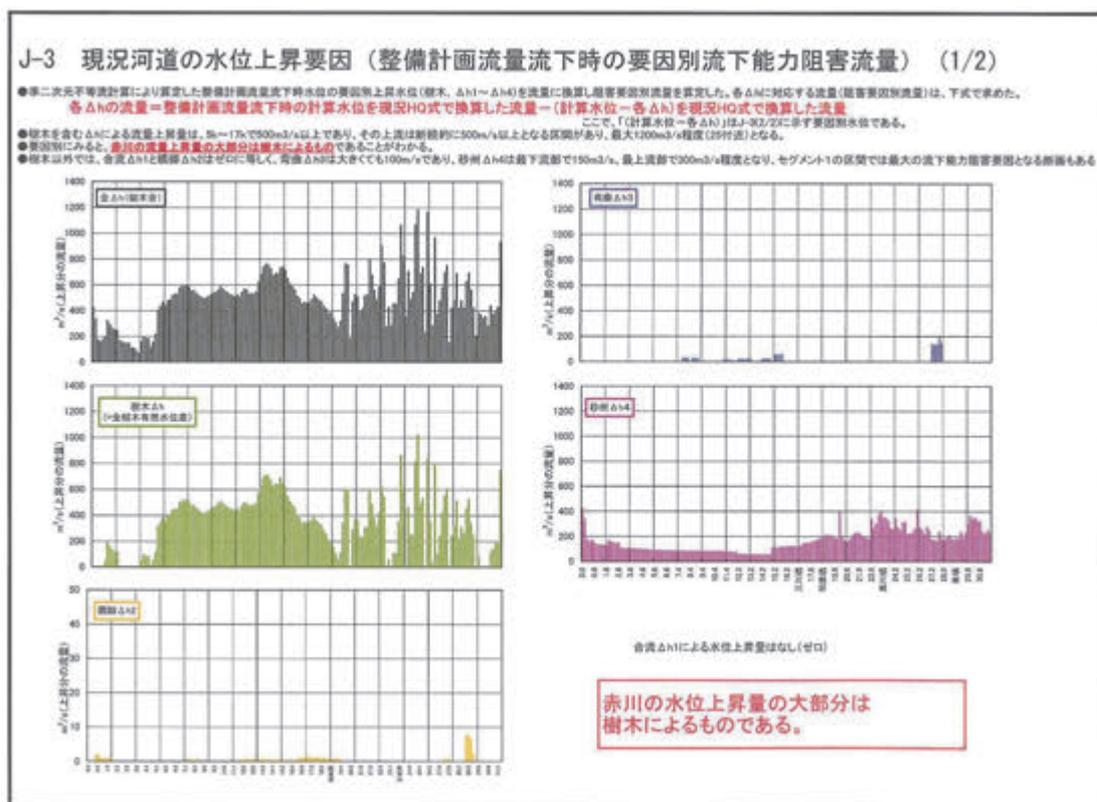


図 3-6 河道特性情報集制作例 (3次情報)

## (6) 単位情報の重ね合わせ情報

河道管理に役立つ情報を編集するにあたり重要な作業は、一次情報（基礎情報）を管理目的にあった形に加工する際に、“何を知りたいのか”という情報編集の視点を意識して、必要に応じて各種情報を重ね合わせるものとする。

下記の項目を目的に情報編集をおこなうものとする。

- ・河道の特徴と課題を知る
- ・今後の被災箇所を予測するため過去の洪水における被災特性（形態，原因等）を知る
- ・河道の変化が河川環境の変化に及ぼす影響を予測する
- ・流下能力の阻害要因を分析する
- ・洗掘，側方侵食に対する河道の安全性を評価する

等

各種情報を重ね合わせることで，河道の特性，現状と課題，河道の変遷過程，河道に加えたインパクトと河道のレスポンスの関係，河道変化の将来予測など，さまざまな新たな事実が浮かび上がり，河道管理情報としての価値が高まる．この情報の重ね合わせのテクニックの良否が河道の特徴・状態・予測の正しい理解，管理の方向性を大きく左右する．

情報の重ね合わせには，異なる種類のデータの空間軸・時間軸での重ね合わせ，その複合の重ね合わせがある．河道の変化や問題が生じた原因は何か，それを表現できる情報は何か，その問題と原因はいつから始まったかという視点で重ね合わせの方法を選定することが重要である．

## (7) 追加更新時期

河道の監視要領に基づく調査，巡視・点検，その他調査の実施後に河道特性情報集を表 3-4 に倣い更新するものとする。

### ① 5年に1回更新されるもの

一般的に縦横断測量は対象区間を概ね5等分し，5年かけて全川の測量を終了するサイクルとなっている．そのため，全川での測量が終了した年（5年に1回）で，1度関連情報を整理し，河道特性情報集に反映する．

### ② 毎年更新されるもの

水位・流量については時刻単位で観測されており，それらを集積した年データを基に年最大値や年平均値等を算定し，河道特性情報集に反映する．

### ③ 毎週更新されるもの

巡視・点検は，平常時，洪水時，洪水直後に実施される．平常時については週2回実施される．この監視結果は河川カルテに記録する．

### ④ 洪水の発生や調査などが実施された後に更新されるもの

洪水後，洪水直後などに実施される調査および巡視・点検結果については，それらの実施後すばやく河道特性情報集に反映させる．そのうち河道の監視要領に基づく洪水時，洪水直後の監視については，河川カルテに記録し，洪水による影響を評価する際に測量等の調査結果と合わせて河道特性情報集に反映させる．

⑤ その他の調査および巡視・点検を踏まえた追加更新時期

河道の監視要領以外で実施される調査や巡視・点検等が反映される項目については，基本的にそれら調査や巡視・点検が実施され，その結果の分析評価後に更新する．

**メモ 河道特性情報編集の様式化に関する参考資料**

東北地方整備局河川部（2006） 河道管理計画検討要領（案） 河道特性情報集編集要領．

財団法人河川環境管理財団（2007）ノート 河道・河川環境特性情報編集とその展開，河川環境総合研究所資料第 22 号．

財団法人河川環境管理財団（2007）（資料）河道・河川環境特性情報集，河川環境総合研究所資料第 22 号．

国土交通省水管理・国土保全局（2012）河川砂防技術基準調査編 第 4 章河道特性調査．

公益財団法人河川財団（2016）河道の維持管理論，河川環境総合研究所資料第 32 号．

## メモ 河道管理のための「河道特性情報集」編集

### 1. 対象項目および記述方針

「河道特性情報集」の基本的な編集対象項目として、表 3-3 に示す各項目について、その意味や編集上の留意点を下記の方針で記述，整理した。

なお、表 3-4 においては、各編集項目のもつ情報の維持管理における基本的な活用度・重要度を示しているが、当該河川における維持管理上の課題を踏まえて項目を決定すること。

#### ○目的（把握すべき事項）

対象とする項目を整理する目的として、把握すべき事柄を記述する。

#### ○整理すべき事柄

目的とする事柄に照らし合わせ、整理すべき事柄としての図（グラフ）の作成方法等を記述する。

対象とする項目で把握すべき事柄の河道管理への反映等を記述する。

#### ○留意点

実際に各河川で河道特性集を編集する際の留意点等を記述する。（基礎情報等（教科書的な内容）は整理すべき事柄に記述）

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

整理（編集）した情報等に対して、河道管理を行っていく上で必要となる事項（観点）の読み取り方法等、技術的な視点を記述する。

#### ○事例

上記の「整理すべき事柄」，「留意点」に記述した内容を具体の事例（作成した図等を用いた河川の分析・評価）により解説する。

表 3-3 河道管理のために必要な情報

No.	大区分	中区分	項目	重要度	備考	
1	基礎的条件	河道を規定・制約する条件となる流域特性	地形形成過程	○		
2			地質区分(流域の地質分布)	◎		
			河床地質区分(地質の河川縦断分布)	○		
3		主要流域ごとの標高、傾斜角度、地質区分割合(地質区分別流砂量)	△	流域ごとの地質が大きく異なり、支川流入による河床材料への影響を検証したい場合等		
4	インパクト ※河道変化を促す要因とその経年的な変化	出水特性、土砂供給特性	年最大流量(経年変化)	◎	ダムが設置されている場合は設置前後の期間で整理	
5			ダム堆砂量	◎	土砂供給に対する人為インパクトとして整理	
6		改修事業等の変遷	ダム設置履歴	◎		
7			砂防堰堤設置履歴	△	ダムが設置されていない場合の土砂供給への人為インパクト	
8			堰・床止め設置履歴	◎		
9			築堤履歴	○	可能であれば整理することが望ましい	
10			護岸設置履歴	○	可能であれば整理することが望ましい	
11	河道掘削量および砂利採取量	◎				
12	レスポンス	河道特性	セグメント区分(河床勾配、河床材料による縦断区分)	◎	同一の河道特性(同様のレスポンス)を示す区間区分。	
13			水理諸量(水深、水深粒径比、摩擦速度、無次元掃流力、川幅水深比)の縦断変化	◎	現況の縦断的な特性変化	
14	※インパクトに 応答した 河道変化の 状態	河道特性 要素の 経年変化	形状 変化	平均河床高、最深河床高の経年変化	◎	横断形状の変化の整理から、河床高を把握
15				横断形状の経年変化	◎	
16				平面形状(川幅、砂州)の経年変化	◎	航空写真
17			河床材料の経年変化	◎	調査時期と人為インパクトの前後関係から整理対象を設定	
18		植生	植生の経年変化(樹木等の繁茂状況)	◎	平面形状の経年変化と合せて整理	
19	河道機能 の評価	治水	現況流下能力	◎		
20			堤防詳細点検結果	◎		
21		環境	貴重種・群落等の分布状況	○		

※「重要度」：その編集項目の情報の維持管理における基本的な活用度・重要度を下記の順で示す。ただし、当該河川における維持管理上の課題を踏まえて項目を決定すること。

◎：必須項目

○：必須項目と同等の重要度・活用度ではあるが、適切に整理された資料がない場合、情報編集および解釈の難易度が高い。

△：当該河川の特性や他項目の整理において把握された課題に応じて選択する。

## 2. 河道特性情報集編集方法

### 2.1. 基礎的条件

#### 2.1.1. 河道を規定・制約する条件となる流域特性

##### (1) 地形形成過程

###### ○目的

- ・河床下の堆積物（堆積状況）を把握するための基礎情報として整理する.
- ・河川への供給土砂の量，質を把握するための基礎情報として整理する.
- ・河道の変化に対しての地形・地質的な制約条件を把握するための基礎情報として整理する.

###### ○整理すべき事柄

###### ①文献等により以下の事柄を描出する.

- ・第4紀における土砂の堆積過程として，海水面変化と地形変化，火山の噴火と地形変化（火山噴火がある場合）  
→河川（河床）の地形・地質構成と河床変動には密接な関係があることから，河川（河床下）の地形・地質構成を把握する上で，その堆積過程を整理する（堆積年代や堆積過程，堆積当時の地形特性等により堆積物や層序構造が異なる.）.

###### ②地形図等により地形区分を描出する（主に流域図の整理）.

- ・流域内の現在の地形区分（山地，台地，平野の配置及び形状）  
→河床変動は，上流から流入する土砂の量・質，さらには河床堆積物によって差異が生じることから，河道の形成過程（山地部の岩）を把握する.

###### ○留意点

- ・河成，海成，陸成などにより特性（硬度など）が異なることから，堆積過程として，海水面変化，火山噴火に着目し，これらと地形変化を関連させ整理する.
- ・図には，対象河川を明示するとともに，極力距離標を添付する.

###### ○河道管理のための情報の読み取り方法

火山活動による多量の噴出物の発生，せき止め湖の出現など上流山地流域に供給土砂の質を急変させるような要因が発生した場合には，河床の動的平衡状態が崩れ，セグメントを変えた可能性がある.

また，現在の河道特性の基盤となっているため，河床変動傾向の把握するための技術的視点となる. また，旧河道の位置や河川堤防の立地箇所等の特徴は，今後の河道の地形的な制約条件を把握するための視点として重要である.

##### (2) 地質区分（流域の地質分布）

###### ○目的

- ・河川への供給土砂の量，質を把握するための基礎情報として整理する.

###### ○整理すべき事柄

###### ①地質図等により地質区分を描出する（主に流域図の整理）.

- ・流域内の現在の地質区分

→河床材料の大きさ、粒度分布は、上流山間部から沖積地に供給される土砂の量とその粒度構成に大きく影響される。この供給土砂の質と量は、岩石の風化に支配される。

→山地で生産される土砂の粒度は、山地の地質、岩質の違いと風化作用や変質作用の違いによって大きく異なり、特定の粒径の所に粒度分布のピークを持っている。土砂収支等を把握する上で、上流（主に山地流域）からの土砂供給量として、地質（岩質）による量・質の概略を把握する。

#### ○留意点

##### ・花崗岩の分布割合（マサ土）

→花崗岩は風化しやすい。花崗岩が風化して砂状になると「マサ」と呼ばれる。花崗岩がマサ化作用を受けると、山地において砂分を多量に供給する。

→花崗岩質の地質が山地流域の多くを占める河川では、粒径1～3mmの河床材料を持つ河川が多い。これら河川では、河床材料のメイン集団として1～5mmの細・中礫、10～70mmの中礫のどちらの集団が河川スケールを規定しているか判断が困難となり、河床材料の粒度分布以外に河岸物質の形成機構の差異に関する情報が必要となる。

##### ・固結度の低い新第三系および更新統のシルト岩、砂岩、凝灰岩の山地

→丘陵・段丘であることが多い。

→礫以上の粒径のものをほとんど生産しない。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

地質区分と岩石の風化状況等で流出土砂の特徴を読み取ることができる。例えば花崗岩がマサ化されている場合は山地において砂分が供給され、固結度の低い第三系のシルト岩、砂岩、凝灰岩の山地では礫以上の粒径のものをほとんど生産しない、などである。

土砂の粒度は土砂供給箇所（山地部分）の地質、岩質の違いと風化作用や変質作用によって大きさが異なり、特定の粒径の所に粒径分布のピーク（ある粒径をもつ河床材料の占める割合が大きい。例えば、2～5mmの粒径のものが多く、など）を持っている。

### (3) 主要流域ごとの標高、傾斜角度、地質区分別割合

#### ○目的

- ・河川への供給土砂の量を把握するための基礎情報として整理する。

#### ○整理すべき事柄

①国土地理院数値地図50mメッシュ（標高）から、対象流域の標高（最大値、平均値）、傾斜角度（最大値、平均値）、例えば傾斜角度7°以上の面積率を整理する。

→傾斜角度0°は、土石流（泥流）が発生・発達する区域の目安として設定する。

→傾斜角の算出方法は、各セルとその近傍間における最大の変化率を計算する傾斜角関数を用いて算出する。

②メッシュごとの地質区分を整理し、対象流域の生産土砂量を推算する。

→①、②の整理結果から「ダム堆砂量推計の手引き（案）平成17年4月 国土交通省河川環境課」に示されている推定式を用いて生産土砂量を推算する。

### ○河道管理のための情報の読み取り方法

地形と合わせて土砂の流出しやすさを把握すると共に、土石流の発生可能性を示唆する勾配を把握しておくこと、一度に大量の土砂が発生する可能性の大きさを把握することができる。土砂供給量は、山地の起伏度が大きく、山地の標高が高く裸地部分が多い方が多くなる。

### ○留意点

- ・ダム堆砂量等の比較により推算した値の妥当性を検証する。

## 2.2. インパクト

### 2.2.1. 出水特性, 土砂供給特性

#### (1) 年最大流量 (経年変化)

##### ○目的

- ・河道に与えるインパクトとしての洪水外力の現状、経年変化を把握するための基礎情報として整理する。

##### ○整理すべき事柄

##### ①主要地点ごとの平均年最大を整理する。

- ・年最大流量の経年変化として、年最大流量および平均年最大流量をグラフ化する（横軸：年、縦軸：流量）。
- 年平均最大流量は、ほぼ低水路満杯流量に近く、河道のスケールや平面形態を規定する流量として判断される。

##### ②年最大流量 (平均年最大流量) に変動がある場合、その要因を分析する。

##### ○留意点

- ・年最大流量の経年変化図の作成において、ダム設置や改修などの河道に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を追記する。
- ・平均年最大流量の算定は、全データでの平均化の他に、ダム設置前後で平均化するなど主要なインパクト (あるいは年代) ごとに算定する。
- 分析する年代ごとに平均化するとよい。
- ・東北、関東の河川においては、昭和 30 年代半ばから昭和 50 年代初めは、台風の襲来が少ないことから規模の大きな出水が無く、一方、平成 10 年以降は規模の大きい出水が多く、平均年最大流量及びダム等の洪水調節効果の評価に注意を要する。
- ・また、北海道の河川においては、近年、台風の上陸が増加し、洪水流量が増加していることに注意を要する。

### ○河道管理のための情報の読み取り方法

年最大流量の時系列変化と、自然のインパクト、人為インパクトとの関係から流出特性の変化状況を読み取ることが重要である。大洪水によって沖積有堤河川の河床勾配が変わることはないと考えて良いため、大洪水のインパクトは短期的なものであると考えられるが、人工のインパクトは河川の流出特性を大きく変える一因となり得、その人為インパクトが存在する限り、影響を受け続けることとなる。

## (2) ダム堆砂量

### ○目的

- ・河川への供給土砂の量を把握するための基礎情報として整理する。

### ○整理すべき事柄

#### ①ダム堆砂量報告より、各年の堆砂量等を整理する。

- ・堆砂量の経年変化として、堆砂量、累加堆砂量をグラフ化する（横軸：年，縦軸，堆砂量）。
- ・年最大流量も併せてグラフ化する（第二縦軸）。
  - 大洪水の発生した年は、生産土砂量が多い（多くのダムの貯水池での堆積量変化より年ごとの流出土砂量は対数正規密度関数となることが知られている）。
  - 豪雨以外に生産土砂量を急増させる自然的要因は、大地震による山地の崩壊、火山噴火等がある。

### ○留意点

- ・年間堆砂量がマイナスとなっていることがある。浚渫等によりダム湖外に流出したものであるか確認する。累加堆砂量をグラフ化する場合に、浚渫量をマイナスとしないよう注意する（累加分に上乗せする）。

### ○河道管理のための情報の読み取り方法

現状の土砂供給量の目安となる。計画堆砂量との乖離が大きな場合はその原因を把握し、今後の堆積土砂量評価に反映させる。

## 2.2.2. 改修履歴

### (1) ダム設置履歴，砂防堰堤履歴，堰・床止め設置履歴

#### ○目的

- ・河道に加えられた直接・間接の人為インパクトを把握するための基礎情報として整理する。

#### ○整理すべき事柄

##### ①ダム及び堰・床止め設置年代，設置位置（距離標）を整理する。

- ・河道への影響が生じ始めた時期として設置年代を整理する。年代にあわせて、影響範囲の基礎情報として施設設置位置について整理する。

##### ②砂防堰堤の設置数の増加傾向を整理する。

- ・砂防堰堤の堆砂ボリュームの経年変化として、砂防堰堤の設置数（あるいは堆砂容量）をグラフ化する。（横軸：年代，縦軸：設置数，累計設置数（堆砂容量））

##### ③各施設の設置年等を時系列で整理する。

- ・ダム，砂防，床止め等河道に加えられた人為的インパクトを総括する表として、各領域の主要な施設等の設置年を年表形式で整理するとともに、平面図等に整理する。

#### ○留意点

- ・砂防堰堤については実績堆砂量があれば、実績堆砂量を整理（平均年比堆砂量に換算）してお

くことが望ましい。

- ・ダム等施設は、縦断的にいつ・どこに設置されたか把握する必要があるため、図の作成においてはこの点に留意する。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

河道変化に対する人為インパクトの影響・履歴が読み取れるように図表化する。横断工作物については、縦断的变化点の形成要因となる。

ダムは、砂防堰堤の建設と相まって河道の土砂供給量の減少の要因となる。また、洪水調節ダムは流量を平滑化することとなる。

横断工作物は、河床のコントロールポイントとなり、侵食基準面となる。また、大規模な取水を行う施設の場合は低水流量、平水流量を減少させる。これは河原植物の生育条件を変えうる。なお、これら的人為的インパクトによって河道がどのような応答を示すかは、前述した河床及び河岸の土質、地質に関する情報が必須情報となる。

### (2) 築堤履歴，護岸設置履歴（可能であれば整理することが望ましい）

#### ○目的

- ・河道に加えられた直接・間接の人為インパクトを把握するための基礎情報として整理する。

#### ○整理すべき事柄

##### ① 工事履歴等から，築堤・護岸の設置延長を整理する。

- ・工事履歴の経年変化として、左右岸別に築堤・護岸の設置延長を10年ピッチ程度の年代に区切りグラフ化する（横軸：年代，縦軸：設置延長）

##### ② 工事履歴等から，護岸設置位置・年代を整理する。

- ・工事履歴（工事施工履歴平面図）から現況の護岸設置箇所を把握する。

→可能な限り把握するものとし、既存の資料（工事施工履歴平面図等）を活用する。

※設置位置については、既存の資料（工事施工履歴平面図等）を活用することになるが、通常、体系的な整理がなされていない。そのため、可能な限り把握するとともに、作成した位置図については、今後の情報蓄積のベースとして活用することが望まれる。

#### ○留意点

- ・改修履歴で整理した代表的な改修工事の年代を踏まえて、年代を区切る。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

築堤によって、低水路の平面位置変化の幅が規定される。堤体を何回かに分けて形成していれば複数の土質で形成されていることになる。

また、堤防の嵩上げは低水路満杯流量以上の流量時に高水敷上の流速を増大させ、低水路の水深と流速の増大をもたらす。

なお、堤体の地質は堤防詳細点検結果等で把握する。

### (3) 河道掘削量，砂利採取量

#### ○目的

- ・河道に加えられた直接・間接の人為インパクトを把握するための基礎情報として整理する。

#### ○整理すべき事柄

##### ①河道掘削報告および砂利採取許可量から，区間別，年代別に掘削量を整理する。

→河道掘削量（砂利採取量）を把握するため，年掘削量の経年変化をグラフ化（横軸：年，縦軸：掘削量（採取量），区間ごとの経年変化をグラフ化する（横軸：距離区分，縦軸：掘削量または砂利採取量を年代別に積み上げ））。

#### ○留意点

- ・砂利採取量は，砂利採取許可量の2倍相当を実際には採取していたと推定されるため，河道掘削量と砂利採取量は分けて整理する。
- ・河道掘削については掘削形状（掘削方針）も合わせて整理する。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

人為的に実施された河道掘削による河床低下は，河床材料の変化に直結する。

砂利採取年代は絞られるが，量は正確に把握できないことも多い。まずは許可採取量で把握する。

また，今後の整備予定箇所も河道管理上の優先度を定める材料となることから必要に応じて把握しておく。

## 2.3. レスポンス

### 2.3.1. 河道特性

#### (1) セグメント区分（河床勾配，河床材料による縦断区分）

##### ○目的

- ・一般的に河床勾配がほぼ同一である区間（＝セグメント区分）は，河道特性等が類似している。河道特性を分析・評価する上での空間的な分析単位として，セグメント区分しておく。なお，現在，直轄管理河川では，河川整備基本方針が策定されており，この中の河道計画においてセグメント区分がなされている。

#### ○整理すべき事柄

##### ①河川整備基本方針（あるいは河川整備計画）における河道計画のセグメント区分を再整理する。

→セグメント区分は，河床勾配，代表粒径（ $d_R$ ）を基に区間区分し，セグメント（1，2-1，2-2，3）を設定する。

→セグメント区分は，河道特性の分析・評価の目的に応じて，適宜見直す。

##### ②各セグメントの河床勾配，砂州形状，横断工作物設置状況，河床下地質状況等の特徴を整理する。

#### ○留意点

- ・河道の変化を規定する要因を総合的に捉えて，今後の河道変化が同一の傾向で生じるであろう区間として設定する。
- ・セグメント区分時の代表粒径の設定においては，河床材料調査の全データを機械的に処理すると実態と異なった設定となる場合があるため，必要に応じて当該箇所の河道状況を勘案した上

で粒径集団の分布状況から代表粒径の見直しを行うことが望ましい。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

河道特性を規定する主要因子は平均年最大流量、代表粒径、河床勾配であり、セグメントはこれらを総合的に勘案して評価されるものである。

セグメントは土砂の堆積分級の基本単位である。河床に働く掃流力と粒径の関係はセグメント形成の具体的な現れであり、沖積河川の基本的な構造である。

### (2) 水理諸量（代表粒径、水深、摩擦速度、無次元掃流力、川幅水深比、水深粒径比）の縦断変化

#### ○目的

- ・各河道特性構成要素（洪水時の水理量、河道の平均的なスケール、小規模河床波と流れの抵抗、土砂の運動形態とその量、河道の平面形、河道の横断形、河道の縦断形変化特性、人的作用による河道特性の応答特性）間の関係について分析する。各河道特性構成要素は、洪水時の河道特性量と密接な関係があることが明らかにされているので、他の河川と同じような特性をもっているのか、また特異なものであるか把握できる。特異なものであればその原因について分析・解釈していく。

#### ○整理すべき事柄

##### ①平均年最大流量を設定する。

→年最大流量の経年変化で整理した値を用いる。

##### ②代表粒径を設定する。

→河川整備基本方針（あるいは河川整備計画）における河道計画で検討された値を用いることを基本とする。

→代表粒径の縦断図を作成し、代表粒径の妥当性を確認しておく。

→必要に応じて（例えば、算出した掃流力が沖積河川の平均値と著しく異なる場合など）、粒度分布形を基に代表粒径を再設定する（セグメント区分の留意点参照）。

##### ③断面ごとの水理諸量を算出する。

→平均年最大流量を外力として不等流計算によって水位を求める。

→上記から低水路平均水深（高水敷に水が乗る場合には、低水路幅の平均水深とする。）を算出する。

→低水路平均水深から、掃流力（摩擦速度、無次元掃流力）、川幅水深比を算出する（低水路川幅は事前に整理しておく）。

##### ④水理諸量の縦断変化を整理する。

→水理諸量について、縦断変化をグラフ化する（横軸：縦断距離、縦軸：各水理量）。

→セグメントごとの平均値を図化および数値で表記する。

→グラフにはセグメント区分、セグメント区分における河床勾配、代表粒径を表記する。

##### ⑤河道特性の評価を行う

→得られた掃流力（摩擦速度）を日本の一級河川沖積河道区間における代表粒径と掃流力の関係図にプロットする。

## ○留意点

- ・低水路満杯流量に対する水路幅を用いて水理量を算出する（高水敷が冠水する水位によって算出しない）。特に、低水路河岸が明確でない区間（主に扇状地河川（＝セグメント1））については、平均年最大流量流下時の水位を適切に設定し、水理量を算出する。
- ・川幅については、各時点の横断形状および平面形状や植生分布から、低水路として適切な範囲を判断して設定する。（出水前後で地形変化がなく、植生（木本・高茎草本）が継続して繁茂している箇所は、冠水していても低水路としない等）
- ・河床に働く掃流力は摩擦速度の2乗（ $\text{cm}^2/\text{s}^2$ ）で表現し、グラフ化することが望ましい。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

年平均最大流量時に河床に働く掃流力と河床材料の大きさに密接な関係がある。これらの関係により河道のスケール（河幅、河積、水深）が規定される。また、砂州においては川幅水深比が砂州の列数を規定し、河道の平面形状を規定する重要な因子である。これら諸量のバランスを総合的に分析し、現状の条件下（インパクト）における河道の動的平衡状態（スケール、砂州列数等）を見定め、現状の河道を動的平衡状態に向けた今後の変化（レスポンス）として予測する。

## 2.3.2. 河道特性要素の経年変化

## (1) 平均河床高、最深河床高の経年変化

## ○目的

- ・河道変化として河床高の時間的・空間的変動を把握するための基礎資料として整理する。

## ○整理すべき事柄

## ①平均河床高、最深河床高の経年変化図を作成する。

- ・定期横断測量を実施した年ごとに、各測量断面の平均河床高、最深河床高を算出し、基準年（測量開始年）からの変動量としてグラフ化する（横軸：年、縦軸：基準年からの変動量）。
- ・主要洪水の情報（生起年、流量規模等）をグラフに添付する。  
→河床高の変動は、洪水との関連性が高いことから、主要洪水の生起年に洪水名や流量規模を明記し、分析・評価に資するものとする。
- ・必要に応じて砂利採取量をグラフに添付する。

## ②最深河床高変動量の縦断図を作成する。

- ・定期横断測線ごとに基準年からの変動量を整理し、縦断図にグラフ化する（横軸：縦断距離、縦軸：基準年からの最深河床高の変動量）

## ③経年変化図より、河床高の時間的・空間的変動状況の特徴を整理する。

## ○留意点

- ・平均河床高の算定にあたって、平均年最大流量時水位（低水路満杯流量）の設定や低水路河岸の設定が適切でなく、低水路満杯流量以上（高水敷を含めて川幅を評価）で水面幅を除すなど低水路平均河床高の設定として不適切にならないよう注意を要する。
- ・低水路河岸の設定は、河道特性諸量の算出時の設定と整合を図る。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

砂利採取やダム建設など土砂供給が大幅に変化するような人為的インパクトの発生や洪水のような自然のインパクトとの関係が、どの年代にどのようなインパクトを受けてどのように変化したかを把握するための技術的視点として重要である。

また、平均河床高の経年変化と最深河床高の経年変化の傾向が異なる場合に注意する。最深河床高が低下傾向にある場合には河道の二極化が疑われる。また、平均河床高の変化は横断工作物によってコントロールされているため、代表的な横断工作物との関係で把握する。

## (2) 横断形状の経年変化

### ○目的

- ・河道変化として河道形状の時間的（空間的）変動を把握するための基礎資料として整理する。

### ○整理すべき事柄

#### ①定期横断測量の経年変化図を作成する。

- ・作成にあたっては、ダム設置や改修などの河道に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を踏まえ年代区分した上で、例えば10年ピッチで作図する。

→分析する年代ごとに作図するとよい。

→定期横断測量実施年の全ての年で作図すると図が煩雑となり、分析・評価すべき事柄が不鮮明となる。

→年代ごとの河道形状の把握（識別）の容易性に考慮し、線種・色等の工夫を行う。

- ・特徴的な変化は図上に明記する。

#### ②経年変化図より、河道形状の時間的（空間的）変動状況の特徴を整理する。

→空間的な変動を把握する上で、セグメント単位で分析・評価するとよい。

### ○留意点

- ・経年変化図には、HWLを記入する。
- ・変化を捉えるうえで参考となる出水の痕跡水位や、現況河道の平均年最大流量時の水位を必要に応じて記入する。

### ○河道管理のための情報の読み取り方法

横断形状には、流水の掃流力、土砂供給量、侵食、堆積作用のバランスが現れる。このため、砂利採取やダム建設など土砂供給が大幅に変化するような人為的インパクトの発生や洪水のような自然のインパクトが、どの年代にどのように河道に変化を与えたかを把握することは重要である。

また、低水路内の変化に着目し、二極化、蛇行、砂州移動状況から変動傾向を把握する。横断形状の重ね合わせ図はこれらの傾向を明確に示すことが分かる。さらに、セグメントごとに変化傾向が変わるので、セグメントの区分点との関係を示しておく。

## (3) 平面形状（航空写真）の経年変化

### ○目的

- ・河道変化として平面形状の時間的・空間的変動を把握するための基礎資料として整理する。

## ○整理すべき事柄

①航空写真（垂直写真）を用いて任意の区間ごとに4, 5ヶ年毎に並置する。

- ・作成にあたっては、ダム設置や改修などの河道に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を踏まえ年代区分した上で、例えば5～10年ピッチで並置する。
- 航空写真（垂直写真）は、定期横断測量と異なり、撮影数が少ないため、分析する年代を踏まえて、横断形状の作図年代と整合（近い年代）を図って並置するとよい。
- ・特徴的な変化は写真上に明記する。

②経年変化図より、河道形状の時間的（空間的）変動状況の特徴を整理する。

→空間的な変動を把握する上で、セグメント単位で分析・評価するとよい。

## ○留意点

- ・砂州形状（砂州の列数）変化を把握するため、砂州の前縁線を描くとよい。
- ・横断形状の作図対象のライン（距離区分）を記入するとよい。
- ・横断形状との整合を図る上で、規模の大きい出水の前後関係に留意して年代を選択するとよい。
- ・横断形状の経年変化図と平面形状（航空写真）の経年変化図は、相互に見比べて特徴を分析するため、左右に並置することが望ましい。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

砂州形状の変化、高水敷の占用状況の変化、樹林化の傾向等を概略把握することができる。砂州形状の変化や樹林化の傾向は、土砂供給の変化と密接な関係があるので、砂利採取やダム建設などの人為的インパクト、洪水のような自然のインパクトの発生タイミングと重ね合わせて把握する。

**(4) 河口砂州，河口付近汀線の経年変化**

## ○目的

- ・河口砂州，河口付近の汀線の時間的変遷を把握するための基礎資料として整理する。

## ○整理する項目

①航空写真の整理を整理する。（平面形状（航空写真）の経年変化と同じ。以下、再掲する。）

- ・航空写真（垂直写真）を用いて任意の区間ごとに4, 5ヶ年毎に並置する。
- ・作成にあたっては、周辺の港湾施設等の設置状況等，河口部砂州，河口付近の汀線に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を踏まえ年代区分した上で，例えば5～10年ピッチで作図する。
- ・特徴的な変化は図上に明記する。
- ・経年変化図より，河道形状および海浜形状の時間的（空間的）変動状況の特徴を整理する。

②河口部の定期横断測量を整理する。（横断形状の経年変化と同じ。以下、再掲する。）

- ・定期横断測量の経年変化図を作成する。
- ・作成にあたっては，河口周辺の港湾施設等の設置状況等，河口部砂州，河口付近の汀線に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を踏まえ年代区分した上で，例えば10年ピ

ッチで作図する。

→分析する年代ごとに作図するとよい。

→定期横断測量実施年の全ての年で作図すると図が煩雑となり、分析・評価すべき事柄が不鮮明となる。

→年代ごとの河道形状の把握（識別）の容易性に考慮し、線種・色等の工夫を行う。

・特徴的な変化は図上に明記する。

・経年変化図より、河道形状および海浜形状の時間的（空間的）変動状況の特徴を整理する。

③河口付近の深浅測量成果がある場合、河口部周辺の地形コンターを図示する。

・標高の変化量を図示すると変化が明瞭となる。

○留意点

・河口部周辺施設の変遷については別途整理しておく。

・河口砂州のフラッシュ状況について、流量規模とフラッシュの有無を整理し、フラッシュ開始流量を把握する。

・内湾に流入する河川か外洋に面する河川かを区別しておく。これは、河口部の形状変化が大きく異なるため、内湾に流入する大河川の河口付近では、干潟と前置斜面で構成される地形が典型的であるが、外洋に面した河川では河口砂州と河口前面テラスが形成されることが多い。

・平均海水面の変動も合わせて整理しておく。これは、平均海水面の変動は河口位置の直接的な変化要因となっており、海水面が上昇すると河口の位置は後退し、下降すると前進するためである。

○河道管理のための情報の読み取り方法

河口砂州や河口干潟の位置、移動の傾向を読み取る。また、河口砂州については、いつフラッシュされたか、そのときの周辺情報（流量、フラッシュされた砂の量）などを合わせて整理しておくことが重要である。

## (5) 河床材料の経年変化

○目的

河道変化として、河床材料の時間的・空間的変動を把握するための基礎資料として整理する。

→土砂供給量の減少により、セグメント1は粗粒化、セグメント2-2の上流部は礫分の増加することがある。

→河床掘削により、粒径変化はセグメント毎に異なる。

○整理する項目

①セグメントの細区分ごとに粒径加積曲線の経年変化図を作成する。

・作成にあたっては、ダム設置や改修などの河道に与えるインパクトが大となることが想定される事柄を踏まえ年代区分した上で、例えば10年ピッチで作図する。

→ただし、一般に河床材料調査結果の蓄積は多くないことから、適宜年代区分を設定する

→図には粒径集団区分も記載する。

## ②粒径集団割合の縦断図を年代ごとに作成する

- ・距離標ごとのデータに対して、粒径集団の割合を整理し、粒径区分縦断図を作成する。
- ・作成する年代は、①と同様とする。

## ○留意点

- ・低水路内の調査結果を用いる。
  - 高水敷で採取したデータによる調査結果は、氾濫原堆積物の粒度分布となり、河道特性量等の河道特性を評価するデータとしては不適である。
- ・河床材料の調査法によって、把握される河床材料の意味が異なるため、調査法の異なる情報を混在させずに整理する。
  - 河川砂防技術基準 調査編の第4章4節および8節参照
- ・低水路河岸の構成材料と河床の構成材料の違いを必要に応じて整理する。
  - 低水路河岸の材料の層序構造を確認

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

河床材料の変化は、土砂供給量の変化が河床に現れたものである。粗粒化、細粒化の傾向及び代表粒径の変化を把握する。人為的インパクトとの関係が大きいため、これらのインパクトが発生した年との関係も把握しておく。また、人為的インパクトとなった構造物との距離が遠いほど影響は薄まり、時間をかけて変化が現れる。

また、河床材料調査方法、地点などにより調査結果が大きく変わる可能性があるので、分かる範囲で把握しておくが良い。

**(6) 植生の経年変化**

## ○目的

河道変化として、植生、特に樹木の繁茂状況の時間的・空間的変遷を把握するための基礎資料として整理する。

## ○整理する項目

①河川水辺の国勢調査より1kmピッチの植生面積を調査年代ごとに整理する。

②必要に応じて、河川水辺の国勢調査開始以前の樹木面積を整理する。

→航空写真等から、植生域を特定し、面積を計上する。

③樹木繁茂の経年変化図を作成する。

→対象とする全区間の面積変化をグラフ化する（横軸：年、縦軸：繁茂面積）。

→一定区間ごとに集計した繁茂面積の経年変化をグラフ化する（横軸：年、縦軸：繁茂面積）

## ○留意点

- ・面積の計上方法（河川水辺の国勢調査結果か航空写真からの読み取りかなど）により面積が異なることに留意する。
- ・資料の整理方法は本解説をそのまま採用せずともよく、植生の変遷が概略の数値で把握できればよい。各河川の情報量及び精度により整理方法を工夫する。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

基本的に、河原の面積は減少し植生が覆う面積が増加する傾向が見られるものと考えられる。河床掘削、ダムの建設、砂防事業の実施、護岸及び高水敷の整備等によって河道が変化した時期が植生の変化点ともなり得るので、これらの人為的インパクトとの関連性を読み取ることが技術的視点として重要である。

**2.4. 河道の機能の評価****2.4.1. 治水****(1) 現況流下能力**

## ○目的

- ・河道の流下断面の維持管理において、河道流下断面に係る目標設定や対策への判断を行う上での基礎資料として整理する。

## ○整理すべき事項

- ・既存の検討成果を活用する（新たに追記編集の必要性は低い）。  
※国土交通省の管理河川においては、堤防データベースを作成し、継続的に更新を行っている。

## ○留意点

- ・堤防データベース等の情報を活用し、流下能力に加えて、堤防整備率（量的）についても整理することが望ましい。
- ・HWL 評価以外に、現況堤防高、スライドダウン評価を併せて表記することが望ましい。
- ・流下能力不足箇所においては、計画されている対策を併せて表記することが望ましい。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

流下能力が不足している箇所は、河道計画上の対策が計画されていると考えられる。このため、このような箇所では、今後、河道の縦横断形状が大きく変化する可能性がある。流下能力不足区間と今後の対策の計画を合わせて把握しておくことが、河道流下断面に関わる目標設定や対策への判断を行う上で重要である。

**(2) 堤防詳細点検結果**

## ○目的

- ・河道の維持管理から見た河道内施設の機能（器の質）の評価（堤防の浸透に対する安全性）を行う上での基礎資料として整理する。

## ○整理すべき事項

- ・既存の検討成果を活用する（新たに追記編集の必要性は低い）。

## ○留意点

横断工作物の位置を合わせて整理する。

## ○河道管理のための情報の読み取り方法

堤防が河川水等の浸透に対して必要な安全性を持っているかを評価したものであり、横断工作

物の安全性とも関係するため、横断工作物の位置と堤防の安全性の結果を合わせて把握しておく  
と良い。

### (3) 貴重種・群落等の分布状況

#### ○目的

- ・河道の維持管理に対して何らかの工事等が必要となった場合の配慮事項として整理する。

#### ○整理すべき事項

- ・既存の調査成果（河川水辺の国勢調査等）を活用する（新たに追記編集の必要性は低い）。

#### ○留意点

特にその場の環境に依存して生育する植物、河川を代表する生物である魚類には、工事実施時  
等の配慮事項について、既往検討結果を参考にまとめておく。

#### ○河道管理のための情報の読み取り方法

河川水辺の国勢調査区分別（植物、魚類、底生動物、鳥類、両生類・爬虫類・ほ乳類）に整理す  
る。河川では特に植物、魚類に着目する。貴重種のカテゴリも合わせて整理し、河道管理上何ら  
かの対策を実施する必要がある場合、どの程度貴重種に配慮すべきかの目安とする。

例えば、日本中で数カ所しかいないものならば繁殖・生息場の保全及び生息数のモニタリング、  
有識者との連携など非常に慎重な配慮が求められる。

## 参考文献

- 公益財団法人河川財団（2016）河道の維持管理論，河川総合研究所 第32号。
- 財団法人河川環境管理財団（2007）ノート 河道・河川環境特性情報編集とその展開，河川環境総合研究所資料 第22号。
- 財団法人河川環境管理財団（2010）河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術，河川環境総合研究所 第29号。
- 東北地方整備局河川部（2006）河道管理計画検討要領(案)＜河道の監視要領＞。
- 山本晃一，戸谷英雄，阿左美敏和（2007）第3編 河道維持管理システムに関する検討，河川環境総合研究所資料 第18号，pp. 101-149。
- 株式会社クボタ（1984）アーバンクボタ 22
- 国土技術政策総合研究所（2009），ダムと下流河川の物理環境との関係についてのとらえ方，国総研資料第521号
- 町田洋，大場忠通，小野昭，山崎晴雄，河村善也，百原新編著（2003）第四紀学，朝倉書店

## 第4編 河道状態の分析・評価

### 4.1 総説

#### 4.1.1 河道状態の分析・評価の目的

河道状態の分析・評価は、第3編 河道の状態把握および記録要領より、河道の機能分析を実施し、その維持対策措置の優先順序や河道監視の方針を検討するものである。直接的には「河川カルテ」および「河道特性情報集」に編集された情報から河道状態の変化を分析・評価し、河道の維持管理対策に繋げることを目的とするものである。

河道状態の分析・評価は、河川カルテ・河道特性情報集等の各種データを活用して河道状態の変化を分析・評価し、河道の維持管理対策を定めることが基本であるが、河道の変化が大きく、変化要因が複雑である場合には、別途、現地調査や数値計算等の検討を行い、河道の分析・評価を実施する必要がある。

河川において、何が要因となって、どこでどのような被災や課題が生じるかということは、現場での巡視・点検情報だけで判断することは困難であることが多い。河道の安全性・健全性を低下させる要因とそれによる河道の変化を評価・予測するためには、対象河川の河道特性情報集から河道特性を分析し、過去の流域・河川に対する人為インパクトや洪水で生じた河道変化とそれを生じさせた要因との関係を、時系列に沿って分析・解釈し、今後どのような河道変化現象が起こるかを、変化要因を特定して解析・予測する必要がある。

河道の安全性を低下させる現象は、「重点監視項目」として取り上げ、ある一定の基準(維持管理基準)により河道の持つべき安全度水準を適切な手法で定量的・定性的に4ランク程度に区分し、安全度水準のランク区分に応じて重点的、継続的に監視・維持管理対策を取ることでより効率的、効果的な河道の維持管理を実行するものとする。

河道状態の評価は、定期的および大規模な出水の後に実施し、河道の維持管理対策(何を、如何に、何時)を決定する。

評価結果は、河道管理のための重要な情報として、河道特性情報集に整理・蓄積し、再度、河道を評価する場合の情報として活用する。また、評価結果は、河川管理に関する各種の行動計画の見直し・修正に利用し、河道の維持管理計画と整合を図る。

#### 4.1.2 治水面での分析・評価の対象項目

河川砂防技術基準維持管理編に示された河道の維持管理項目は、①河道の流下断面の維持管理、②河道内の植生の維持管理、③河床低下に対する維持管理、④河岸の維持管理、⑤河口部の維持管理 の5項目である。分析・評価に当たっては、上記5項目を河道に期待される機能の観点から分析・評価する。

河道は、治水・利水・環境に関わる多面的な機能を持っているが、主に治水面での機能について以下に記す。

治水面は、第1編2.2.1で定義付けした管理用洪水流量を管理用洪水位以下に流すための「流下断面の確保（量的安全性）」と高水敷側方侵食や低水路局所洗掘等に対する河川管理施設の安全性の機能確保のための「流下断面の質（質的安全性）」の分析と評価が対象となる。

「量的安全性」は、①河道の流下断面の維持管理 ④河道内の植生の維持管理 ⑤河口部の維持管理 という3項目の維持管理対策のために、河道の流下能力の分析・評価を行うものであり、「河積の大きさ・形状」と河道内植生という「河道内の地被状況」が分析評価の対象となる。評価結果は、相対的機能確保水準に応じてランク分けし、上記3項目の河道の維持管理対策の指標とするものである。

「質的安全性」は、②河岸の維持管理対策、③河床低下に対する維持管理対策2項目の維持管理対策のために、河道内施設の機能確保水準を分析・評価するものである。

#### 4.1.3 治水面での分析・評価の手順

河道状態の分析・評価は、点検結果に基づく年度末や洪水後の評価と、原則、河道の縦横断測量（概ね5年毎）に実施される成果を用いた総合評価に基づき行うものとする。

評価結果は、その相対的機能確保水準にランク分けし、河道の維持管理対策方針の指標とするものである。このランク分けは河道の状態や変状を評価するものであり、その分析・評価結果に応じて河道形状の維持管理を実施するものとする。

なお、河道の変状に対して河道管理施設の補強・改修で対処する場合は、河川管理施設の維持管理行為と見なす。

##### (1) 分析・評価の考え方

点検結果を基に河道の変状を把握し、総合評価における検討に移行するための変状の分析・評価を行うものである。

河道の変状は、河岸侵食・河岸堆積、高水敷の裸地化・侵食、護岸・水制の変形、砂州や濬筋の変化、植生の変化を目視点検することで発見することができる。

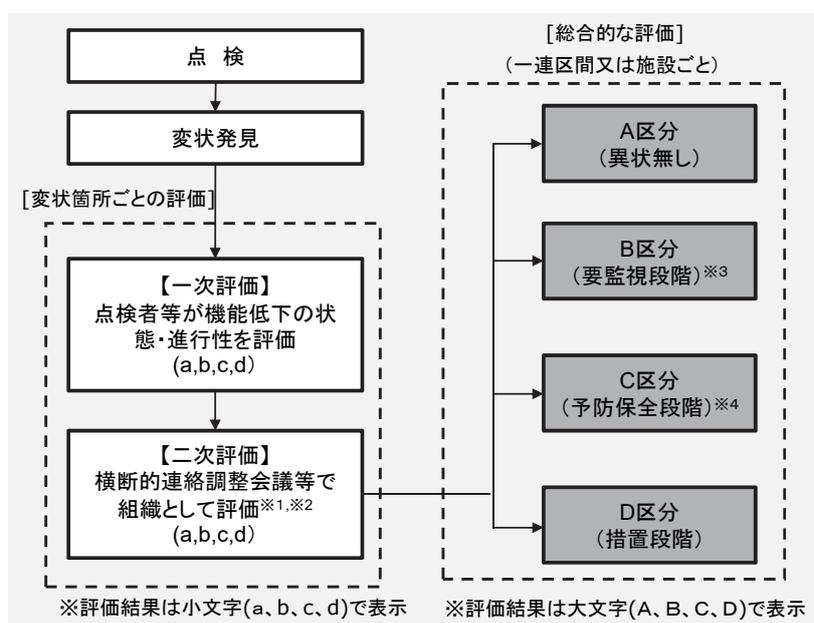
しかし、水中の変状は目視による発見することが難しく、また河道の中・長期変化は河道横断測量に基づく河道形状や河積の変化を示す過去のデータと時間軸上で比較することにより発見し得る場合が多いため、河道状態を分析した上で総合評価することを原則とする。

## (2) 分析・評価の手順

河道の分析・評価は、点検要領に基づき実施する点検の都度、実施するものとする。評価の手順は、図 4-1 の示すように河道変状箇所・一連区間ごとの点検評価結果を踏まえ、その他の河道変状に関する要因情報を加えて総合評価を実施するものとする。

河道状態の分析にあたっては、「河川カルテ」「河道特性情報集」を活用して、その他必要な情報、さらには新たに必要とされた調査結果を加え、各種情報の加工・重ね合わせを行い、河道の変化傾向を把握・予測（河道状態の分析・評価）するものとする。

基本として河道がどのような条件・状態のときに治水面での安全度が低下するのかを要因別に分析・評価するものである。



- ※1. 「第3編 河道の状態把握」を踏まえる
- ※2. 不可視、発生原因が不明な変状については、必要に応じて、水理解析を実施し、その点検結果を踏まえる
- ※3. 軽微な補修を必要とする変状を含む
- ※4. 必要に応じて、詳細点検（水理解析を含む）を実施

図 4-1 評価の手順

## (3) 一次評価、二次評価評価

河道の変状箇所ごとの点検結果は、点検者等による一次評価を実施し、その後、事務所の関係部署が参加する横断的連絡調整会議等において、二次評価を実施するものとし、表 4-1 に示すアルファベット小文字（a, b, c, d）で表記するものとする。

## (4) 総合的な評価

河道の一連区間の総合的な評価は、現在の河川技術水準、計画・設計論（堤防・護岸・横断構造物）等を踏まえた流下能力・河道内河川管理施設の安全性の判断基準値（維持管理目標）との比較（分析）を行い、河川間や区間毎の相对比较が可能なように評価し、治水面での機能を評価す

るものとし、表 4-1 に示すアルファベット大文字（A, B, C, D）で表すものとする。

総合的な評価は、変状箇所ごとの点検結果に基づき、河道の機能状況に着目して実施するものとする。

評価結果に応じて、速やかにまた計画的に対策を実施する必要があるもの（堤防にまで及ぶ河岸侵食や河道土砂堆積による流下能力の急減等）は、当該年度における変状箇所ごとの評価が全て終了した後に速やかに実施するものとするが、目視により認知し得ない場合は、河道の基本データを収集した際に、必要に応じて水理解析により評価を実施することを基本とする。

表 4-1 ランク区分

一次・二次評価	区分		状態	変状確認	機能支障
	総合評価				
a	A	異状なし	・河道の状態は健全な状態にあり,堤防など河川管理施設の機能に支障がない状態	なし	なし
b	B	要監視段階	・河道の状態は健全な状態にあるが,進行する可能性のある変状が確認され,経過を監視する必要がある状態(軽微な補修を必要とする変状を含む)	あり	なし
c	C	予防保全段階	・河道の変状が急速に進行する可能性又は出水等により大きく変状し河川機能が低下しており,予防保全の観点から,対策を実施することが望ましい状態	あり	なし
d	D	措置段階	・河川機能の低下によって,堤防等河川管理施設の機能に支障が生じており,補修又は更新等の対策が必要な状態	あり	あり

## 4.2 河道の量的安全性の評価

### 4.2.1 河道の流下能力評価

河道の流下能力を評価する目的は、

- ・現況河道の流下能力の量的安全性の評価および流下能力変化要因の把握
- ・流下能力の阻害要因別の量的把握（河積変化, 植生繁茂, 構造物による堰上げ, 湾曲による偏り, 砂州による偏差, 河床材料の変化による低水路の粗度係数の変化等）
- ・河道の量的安全性のランク分け
- ・流下能力不足区間での対応方針・対策の決定  
監視, 河道掘削, 植生管理, 構造物の改造等の決定
- ・流下能力不足に対する対応方針・対策の効果判定

である。

一連区間の堤防の管理用洪水水位および管理用洪水流量は、堤防の整備状況（完成堤, 堤防幅不足, 堤防高不足）, 流下能力評価時点の洪水流下能力により変化する。流下能力の管理の目標は、管理用洪水水位以下に管理用洪水流量に安全に流下させることにある。

第1編 1.2.2 で定義した管理用洪水水位に対する流下能力の区分であるイ, ロ, ハ分類毎の管理

用洪水位に対する計画高水流量（①）および整備計画流量時（②）の管理用洪水位に対する相対的水位を図 4-2 に示す。洪水流下能力の観点から見た一定区間の安全度の評価ランクは、表 4-2 のように a, b, c, d の 4 ランクの段階に区分し、ランク順に監視頻度・方法、維持対策の対応方針（計画）を立案するものとする。

監視頻度・方法は、a ランクは通常的一般巡視を実施し、b ランクは要監視段階で、樹林の拡大や河道河積の変化を目的別巡視において注意して観察報告し、c ランクは予防保全段階で、必要に応じて流下能力の算定を行い流下能力の低下を注意深く観察・評価し、必要に応じて維持管理対策（掘削、樹林伐採）の方針を検討し、対策を実施するものである。

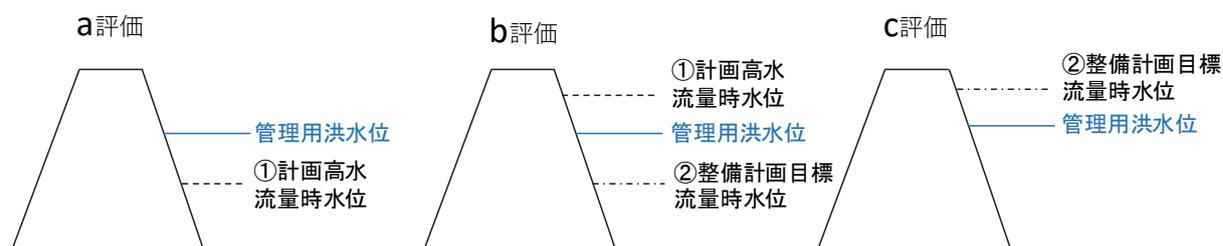


図 4-2 管理用洪水位と流下能力分類との関係

表 4-2 流下能力評価のランク区分

ランク区分	流下能力の状況と対応
a	計画高水流量の流下が可能
b	整備計画目標流量の流下が可能
c	整備計画目標流量の流下が不可能
d	出水等の影響により河道が大きく変状し、流下能力不足が生じた場合

### (1) 流下能力判定手法

「河道計画検討の手引き」（財団法人国土技術研究センター編，2002）に従い，設定された高水敷の粗度および低水路の粗度を用い，計画高水流量および整備計画流量時の水位を準二次元計算により求め，さらに①合流による水位上昇量 ②構造物の堰上げによる水位上昇量 ③わん曲による水位上昇量 ④砂州等による水位上昇量 を加え，流下能力の評価を行うものとする。

河道の流下能力は、「河道計画検討の手引き」を参考に，現況河道の特性や洪水時の水理特性等を踏まえた上で，河道断面内を横断形状や樹木群繁茂状況，粗度の状況等から流速差が生じると考えられる位置でいくつかの断面に分割し，分割断面ごとの平均流速と断面平均水位を算定する準二次元不等流計算より求める。

準二次元不等流計算では，出水時に低流速域となる樹木群は，樹木の粗・密評価を行った上で，流水の疎通に関係のない死水域とみなしている。ただし，高水敷上に繁茂する樹木群が下記の特徴を有する場合には，樹木群を死水域として取り扱くと過大な水位上昇量となる恐れがあるため，

以下のような場合は、樹木群内を低流速域として扱う二次元不定流計算を行う必要がある。

- ・ 枝下長さが大きい、または繁茂密度が小さい樹木群である場合
- ・ その他の要因によって樹木群内を流下する流量を無視する不等流計算の精度が悪くなる場合

また、洪水の流速、流向、下流の河道状況等によっては、樹木が倒伏、流失する場合があるため、それらの影響も考慮する必要がある。計算法については「河川砂防技術基準調査編第5章」を参照するものとする。

#### メモ 植生群のある場合の二次元不定流計算法

以下の資料が参考となる。

財団法人河川環境管理財団（2012）河川植生管理論 第5章，河川環境総合研究所資料第31号

#### (2) 流下能力を低下させる要因の分析

流下能力の不足箇所では、不足要因を把握し、要因別・区間別の今後の対応方針・対策（監視、改修等の対策）を検討するものとする。

流下能力を低下させる要因には、河積不足、河道内の樹木繁茂、支川の合流、河道内の構造物、湾曲による水面の偏り、砂州（中規模河床形態）による水位偏差等がある。それらが、河道内のどこで生じ、どの程度の洪水流下阻害になっているかについては、上記要因の有無しでの不等流計算等を行うことによって把握することができる。

なお、河道が山付きの箇所では、かつ、がけ崩れや地すべり等の土砂災害が発生したり、沖積谷幅の狭い河川で支川からの土砂供給量の増大がある箇所の上流部では、土砂が河道内に堆積し水位が上がり破堤に至る可能性がある。このような箇所では、過去の大洪水時の河床変化の分析や河床変動シミュレーションなどにより、河床上昇量を評価し、流下能力評価に反映させるものとする。

#### 4.2.2 河道内樹木群の機能評価

河道内で繁茂している樹木群は、水位上昇（流下能力の阻害）の大きな要因となっており、放置した場合、河道の流下能力を低減させる恐れがある。さらに、固定化した樹木群によって偏流が発生し、河岸侵食や局所洗堀を助長する場合もある。

一方で、樹木群は、流勢の緩和による堤防の保護や、良好な野生生物の生息環境の形成などの機能も有している。このように、樹木群は治水面及び環境面から様々なメリット・デメリットを有している。これら樹木群がもつ機能を評価したうえで、適切に樹木群を管理することにより、河道の安全性（健全性）を維持しなければならない。

### (1) 樹林化のプロセスの分析

今後の樹木管理のあり方を検討するためには、現在の樹木群が形成されてきたプロセスと、それを規定した要因を把握することが不可欠である。

河道特性情報集に掲載されている航空写真による地表地被状態や砂州の変化、横断形状の変化、河川事業の経緯、土砂の動態に関する資料、河川環境に関する資料等を活用して、現在の河道内樹木群がどのようなプロセスを経て形成されてきたのか分析するものとする。

### (2) 流下能力の視点からの樹木群の評価

準二次元不定流計算を用いて流下能力を算出し、樹木群の評価を行うことを基本とする。算出にあたっては、樹木を有する現況断面、樹木なしの断面の計算により、流下能力の縦断分布とそれに対する樹木群の影響を把握した後、主要区間毎に樹木群の有無による影響の検討・整理を行い、河川整備計画の目標流量が流下したときの水位が、5年後の樹木生育範囲および成長を考慮した樹木群による影響で管理用洪水水位（通常、計画高水位）を超過する箇所を抽出・整理を行う。より精度よく詳細な検討（流れの偏り、横断方向の流速分布等）が必要である場合は、二次元不定流計算（現地における流速や水位データを用いて検証が必要）により評価する。この評価は、4.2(1)の評価と連動して実施される。

樹木群により水位が管理用洪水水位を超える箇所では、どの樹木群を伐採すれば水位を計画高水位以下に低減させることができるか、感度分析を行い流下能力向上のために伐採が必要な樹木群を特定しておくものとする。

### (3) 洗掘・侵食を視点とした樹木群の評価

河道内の樹木群には、洗掘・侵食を助長する場合もあるが、逆に侵食を防止する機能もあるため、ランク付けは実施しないこととし、樹木群の存在によるメリット、デメリットの両者を分析するに留める。

洗掘・侵食に関しては、河道特性情報集に記載されている航空写真、滲筋の変遷、河道特性、河川施設調査図、被災履歴等から、過去の被災や洪水時に推定される流れの状況と樹木群の関係を把握することとする。

なお、局所的・定量的な評価が必要な場合には、樹木群周囲の水位・流向・流速等の水理諸元を把握するための詳細な観測及び解析（例えば平面二次元不定流計算）が必要である。

### (4) 環境面を視点とした樹木群の評価

樹木群が環境面に及ぼす影響は様々な要因があり、各河川で特性が異なるため、一律の基準で評価を行うことは難しいため、樹木群が環境面に及ぼす影響を把握・分析し、ランク付けは実施しないこととする。

どのような環境が存在しているのか（＝場の特性）、どのような生物が生育・生息しているのか（＝生物の分布状況）、周辺社会の河道内樹林をどう価値づけているか（＝評価基準）を把握し、その川の河川環境の特性を整理したうえで、樹木群のもつ生態的機能の把握を行う。また、表 4-3 に示す河道内樹木群の環境面における一般的なメリット・デメリットも考慮し、対象河川の特性を考慮した分析を行うことが重要である。

表 4-3 樹木群の環境上のメリット・デメリット

メリット例	デメリット例
<ul style="list-style-type: none"> <li>生態系保全機能（動物の生息場，餌の供給，水温調整，避難場所，移動経度等）</li> <li>修景機能（緑による精神的安息・充足）</li> <li>保健機能（高水敷利用に対する日陰の提供）</li> <li>シンボル機能（景観）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>侵略的外来種の侵入に伴う在来植物の生息環境の減少</li> <li>樹林の繁茂による河川環境の単調化</li> <li>樹木群内の土砂堆積の進行に伴い高水敷と低水路の比高差が増大し，高水敷の河川環境が変化</li> </ul>

なお，河川環境の特性の整理にあたっては，河道特性情報集を活用し，セグメントや周辺地形等から，類似した環境を形成するブロックに分割し，ブロックごとに総合評価を行うものとする。

①場の特性の把握

場の特性は，河川区域を樹林地，草地，自然裸地，耕作地等の土地被覆状態で類型区分し，過去と現況を比較することにより把握する。

図 4-3 は，高度成長期以前で航空写真が残存する昭和 22 年と，現況植生（平成 11 年）を比較した例である。本例では，過去の対象地区にはほとんど樹林はなく，事例河川の河川生態系は，自然裸地と草草が広く分布する礫河原の環境であることがわかる。現況の樹木群は必ずしも高度経済成長時代以前の生態系ではない。どのような場を形成するのか問う価値を含む評価は，時間軸の上で変化するものであり，時代の価値規範に依存する。

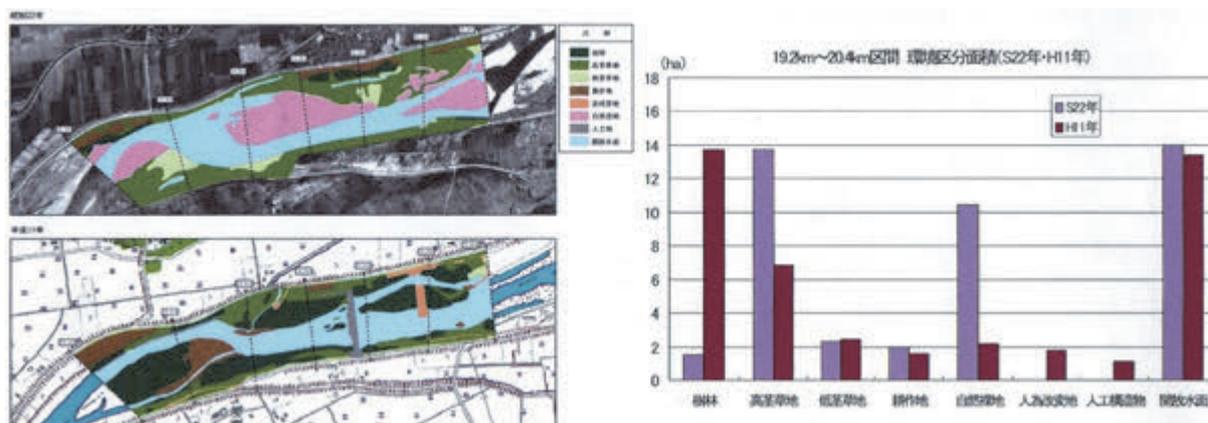


図 4-3 過去と現在の比較に用いる資料の例

②生物の分布状況及び親水利用等の把握

生物の分布状況及び親水利用等は，「河川水辺の国勢調査」の結果，および調査結果等から作成された「河川水辺総括資料」や「河川環境検討シート」において整理される情報を利用して把握するものとする。整理する内容及び視点を以下に示す。

- ・ 集団繁殖地や産卵床など代替性の低い生息環境
- ・ 希少性の高い植物・昆虫類の生育・生息地
- ・ 樹林を構成している群落の特徴
- ・ 環境区分と生物相の関連性
- ・ 特に重要な親水利用の状況

- ・ 地域や有識者からの要望等

### (5) 河川の巡視・点検を視点とした樹木群の評価

河川の一般巡視は週2回程度、堤防を通行する車上から実施する。後記4.3での評価により低水路局所洗掘、高水敷側方侵食等の項目でランク b, c と選定され、特に目視で確認すべき箇所において、高水敷に高木が繁茂し視界の妨げになっている箇所では、巡視・点検の面で著しい支障となる。このような支障となる樹木群を抽出するものとする。

#### メモ 河道掘削後の河道変化速度・植生遷移速度の把握とモデル化

対象河川の明治から現在までの河道形状、植生分布の変化を自然的・人為的インパクトの応答として分析整理することにより、地形変化速度、植生遷移過程を概略把握することができる。河道・環境特性調査を必ず実施すべきである（財団法人河川環境管理財団、2005、2012）

なお、河道横断形状を変えた後の河道の断面形状を予測しえる河床変動モデルは完成していない。以下のような課題がある。

##### ①流量変動の変化評価の高度化

過去から現在までの植生状況の変化を追跡するためには、実績流量を与えればよいが、将来を予測するためには、流量変動発生モデルが必要である。雨を過去のパターン(20年)で繰り返すのが実用的であるが、高度化をねらうなら、確率統計分析を通じた外力発生シミュレータを開発し、その雨に流域の土地条件、ダム放流操作規則を入力した流出モデルを構築する。

##### ②流砂量評価式

混合粒径河床材料の粒径別流砂量式による流砂量評価の信頼性が乏しく、粒径集団別の流砂量の評価の精度は高くない。A集団は評価できるが、B, C集団は難しい（山本、2010）

##### ③外力を入力条件とした河川地形の時経変化予測(力学的・化学的モデル化)

次のような要素モデルが必要である。

- ・二次元流況モデル：モデルは完成しているが、地被状態に応じた流速係数の設定法の高度化を図らなければならない。

- ・二次元河道変化モデル：土砂の堆積・侵食と草本類との相互作用モデル、河岸侵食と河岸形成モデル、植生遷移モデル、生物の生長・破壊モデルを組み込む必要がある。

要素モデルの開発に当たっては、混合粒径河床材料を持つ河床における粒径別流砂量評価の向上、生態系を規定する要因の実態と分析が必要であり、基礎研究なしには前進しない。特に地形変化モデルの高度化が難しい。入力条件の不確定（偶然）性、河床変化における砂州の発生の不確定（偶然）性、浮遊砂・ウォッシュロード量の評価の困難性、堆積・侵食現象における粒径集団毎の役割評価の困難・不明確性、植生遷移と土砂の相互関係などの不明確性、などにより地形変化を30年先まで確度良く予測することは困難である。

##### ④植生変化モデル

地形、堆積物、河川水理量、水質、土壌の栄養塩と植物種別選好度・成長過程モデル、生物間相互作用モデルの開発と高度化が必要であるが、河床変動モデルと同様な問題点を抱え、早急に解決するのは困難である。

## ⑤モデル化に当たっての隘路

モデル化に当たっての最大の隘路は、河道地形・植生の変化を的確に予測することが難しいことである。

## 4.2.3 河口部機能の評価

河口部は、河川から流出した土砂と沿岸漂砂の堆積も相まって河口砂州を形成する場合があります。河口砂州による水位上昇が流下能力に影響する場合があります。

一方で、河口部は、淡水と海水が混合し、周期的に発生する潮汐や波浪の作用を受け変動する特殊な環境を有し、汽水域特有の動物・植物の生息環境を形成しており、これら河口部の特殊性を評価した上で、河口部機能を維持しなければならない。

## (1) 河口部の特殊性と河口部の機能

河川汽水域は、陸と海の接点に位置し、淡水と海水が混合し、かつ周期的に発生する潮汐や波浪などの作用を受け、常に変動する特殊な環境を有している。このため、海域に生息する生物や淡水域に生息する生物に加え、汽水環境に耐えうる汽水域特有の生物が生息・生育する特殊な場となっている。

河川汽水域では河川縦断方向にも、また横断方向にも水質、河岸・底質材料および微地形が変化する環境傾度の大きい空間であり、その環境の質の差に応じて生物が棲み分ける特異な貴重な空間である。大洪水や人為的地形の改変などを受けると淡水と海水のバランスや土砂の動態が変化し、それに応じて河口付近の河道、海岸の地形および生態系の変化が生じる変化速度の速い場所である。また、人間との関わりが強い場所であるため、多くの河川汽水域がすでに人間により改変されてしまった半自然的な空間でもある。

河口部特有の機能として以下の4つの項目が挙げられる。このうち、河道の維持管理では、①治水機能に着目して評価を行うものとする。

## ①治水機能

外海に面した河口では、波浪により河口部に河口砂州が生じる。河口砂州の存在により、洪水時、河口砂州直上流の水位が上昇する。

河口砂州による水位上昇が、計画高水位に達する恐れのある河川では、砂州直上流部の水位、砂州の発達状況を監視し、水位上昇を軽減させる対応をとらなければならない。

一方で、河口砂州は、波浪の河道内への進入を軽減し、河川構造物および河川汽水域環境の保全機能、また海水の河道内進入区間（塩水楔長）を短くするなどの利水機能を持っているので、治水機能との調整を図る必要がある。

## ②海浜への土砂補給機能

河川は海へ土砂を吐き出す。吐き出された土砂の一部は、外海に面した河川では河口付近の海浜構成材料となり、内海では河口干潟の構成材料となる。人為的および自然的要因で供給土砂量が減少すると、河口付近の海岸線の後退や河口干潟の変質が生じる。

そのような恐れのある河川では、河口付近の海岸線の変化や河口テラスの変化、河口干潟の地形および底質材料を監視し、対応を取らなければならない。

### ③航路機能

河口が航路である場合には、航路の安全性確認のため、航路水深の監視、航路水深維持のため浚渫や河口導流堤の設置等を基本とする。

河口の直上流部は、古くから河口港（湊）、漁港として利用されてきた。港湾機能の維持の責任は港湾管理者であるが、河川管理者として河口地形の監視や河口導流堤（治水機能向上のため導流堤が設置され、それが航路機能を持つ場合がある）の機能維持のための監視・維持管理行為が必要とされる。

### ④生態系機能

貴重な生物や絶滅種の保全のため汽水域環境の監視や保全対策が求められる場合がある。

河川汽水域は、陸と海の接点に位置し、淡水と海水が混合し、かつ周期的に発生する潮汐や波浪などの作用を受け、常に変動する特殊な環境を有している。このため、海域に生息する生物や淡水域に生息する生物に加え、汽水環境に耐える汽水域特有の生物が生息・生育する特殊な場となっている。生態系の保全の対象空間となる場合が多い。

## (2) 治水機能の視点からの河口部の評価

内湾に面し、波浪の影響が小さく河口砂州が存在しない河川の治水機能評価は、4.2.1の評価によるものとする。ただし、河口付近の堤防の設計に当たっては、高潮および波浪に対する安全確保のため、高潮堤となっている場合がある。高潮・津波に対する安全度評価は、流下能力評価に用いる管理用洪水水位を計画高潮水位および計画津波水位に変える。なお、高潮堤については進入してくる波浪に対して安全である構造設計とするものとされている。

河口砂州が存在する場合は、砂州が存在することを前提に河口出発水位（河口に存在する砂州高+50cmより高い）を設定したり、河口導流堤などにより河口砂州の発生を抑制し、計画高水位以下の水位となるよう対応がなされている。

なお、河口砂州の存在する河川において砂州直上流の水位が観測され、水位と流量の関係が図4-4のように整理され、河口直上流の最高水位が河口砂州高で規定されていることが明白である。計画高水流量生起時には砂州がフラッシュされ水位がそれより低い場合は、河口部の計画水位を最高水位生起時の洪水流量での不等流計算水位、既往最大流量時の砂州直上流水位を出発水位とした計画高水流量時の不等流計算水位の高い水位を河口付近の計画高水位として算定しても良いと考える。

流下能力評価のランク区分は、表4.2によるものとする。

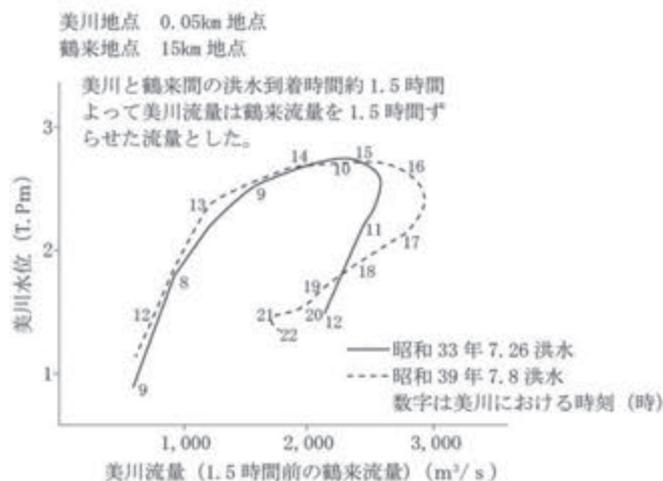


図 4-4 手取川の河口砂州直上流の水位（美川水位）と流量の関係（山本，1978）

### 4.3 河道の質的安全性の評価

#### 4.3.1 河道の質的安全性機能評価の内容

河道の質的安全性の機能評価項目は、①低水路局所洗掘 ②高水敷側方侵食を分析・評価するものとする。

低水路局所洗掘や高水敷側方侵食が生じると、堤防本体へ影響が及び、破堤が生じる可能性がある。被災が生じる箇所・区間は、河道特性の差異や横断構造物の上下流などによるところが大きく、すべての箇所・区間で生じるとは限らないため、河道特性等を踏まえて評価する必要がある。

高水敷側方侵食を評価する際には、侵食が生じやすい箇所が移動するか否かの観点および侵食速度の観点から対象区間を大セグメント（セグメント 1、2-1、2-2）に分け、それぞれの河道特性ごとに評価するものとする。

河道が直線状のセグメント 1 の急流河川区間で多列砂州の発生している場合は、どの断面でも侵食、洗掘が生じる可能性があるとし、全区間を評価対象区間（「重点監視項目」で抽出される箇所）として設定する。ただし、河道特性（河道の曲がり、河道のアーミング、河岸および河床における露岸露出等）により河岸侵食の恐れが少ない区間もあるため、過去の河道の状態変化等も踏まえて評価対象区間を適切に設定する。

セグメント 2-1 および 2-2 の緩流河川区間では、侵食や洗掘が生じる区間は平面形状等の河道特性と密接に関わっていることから、全ての区間を評価対象とせず、河道特性及び過去の被災特性等を踏まえて右岸と左岸別に評価対象区間を設定するものとする。

低水路局所洗掘、高水敷側方侵食に対する分析・評価は図 4-5 に示すとおり低水護岸の設置状況に応じて実施するものとする。

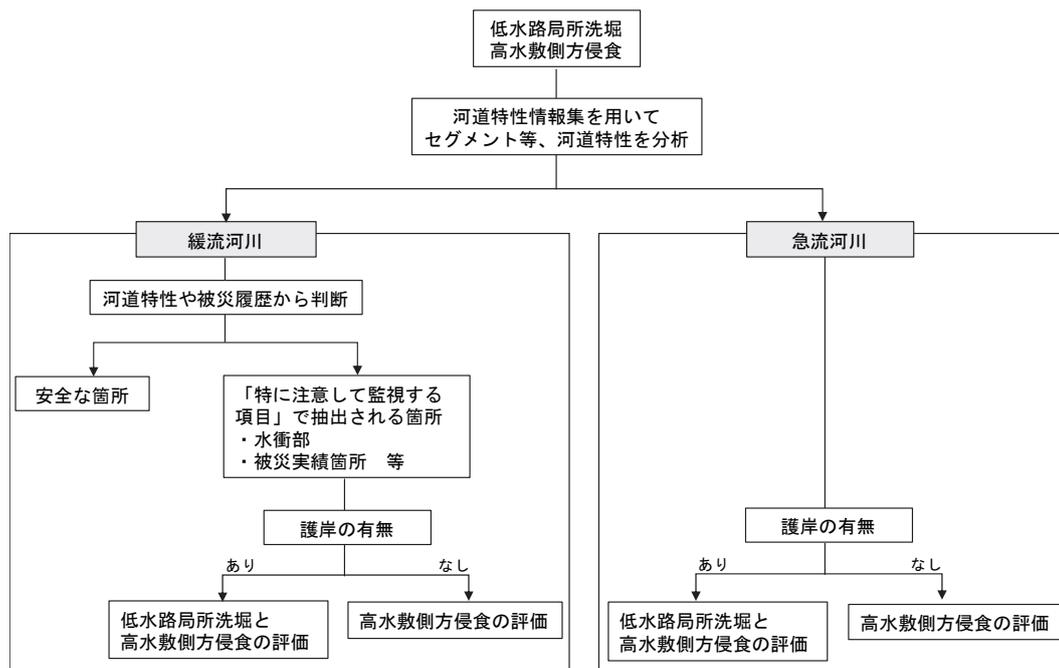


図 4-5 低水路局所洗堀と高水敷側方侵食の分析・評価フロー

これは、被災パターンとして、まず低水護岸又は堤防護岸の基礎が洗掘被災し、その後、高水敷が横方向に侵食され、堤防の侵食被災に至る、という過程が想定されるためである(図 4-6 参照)。

一方、低水護岸が設置されていない箇所については、高水敷側方侵食(横方向)のみの評価方法を用いることとする(図 4-7 参照)。

なお、本来の正常な機能を有していない護岸(例えば、洪水流体力により移動・破損してしまうような護岸)は、護岸がないものとして、護岸がない場合の評価方法により検討する。

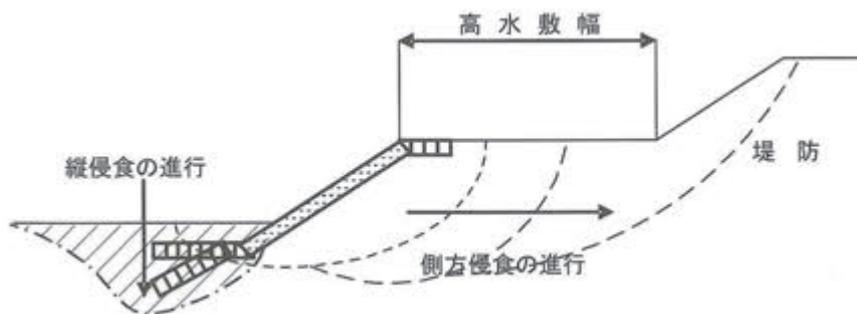


図 4-6 護岸のある断面の評価イメージ(局所洗堀と側方侵食の評価)

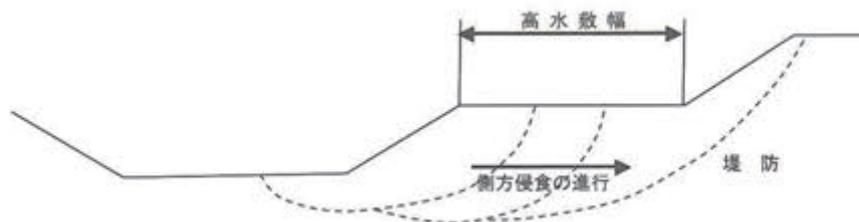


図 4-7 護岸のない断面の評価イメージ(側方侵食のみ評価)

河道の質的安全性機能の観点から見た一定区間の安全度の評価ランクは、表 4-1 のようにランク区分し、ランク順に監視頻度・方法、維持対策の対応方針（計画）を立案するものとする。

監視頻度・方法は、a ランクは通常の一般巡視を実施し、b ランクは要監視段階で、河床低下や河岸侵食等の変化を目的別巡視において注意して観察報告を行う。c ランクは予防保全段階で、河道機能の変状を注意深く観察・評価するとともに、水理解析を用いて河道変化を予測しながら維持管理対策方針を検討し、必要に応じて対策を実施するものである。

### 4.3.2 低水路局所洗堀の評価

洗堀に対する評価は、厳密には出水中の河床変動量（低下量）を考慮して評価する必要があるが、ここでは「現況河床高と護岸基礎高等との比較」から、表 4-4 に示すように洗堀に対する護岸基礎高の安全性を a, b, c の3段階で評価する。

表 4-4 護岸基礎高等の洗堀に対する評価

洗堀予測河床高の状態	評価
護岸基礎高等 ≤ 現況河床高（が高い）	a
護岸基礎高 > 現況河床高（が低いが、根固工が屈撓して対処可能な範囲）	b
護岸基礎高 > 現況河床高（が低く、根固工が屈撓して対処できない範囲）	c

根固め工周辺の河床低下や洗堀が進行すると、敷設地点の横断形状は図 4-8 のように変形する。施設幅は、護岸基礎前面の河床が低下しない幅を確保する必要がある。すなわち、護岸前面に河床低下が生じても最低 1 列もしくは 2m 程度以上の平坦幅が確保されることが必要とされる。

したがって、施設幅  $B_c$  は、根固め工施設高と最深河床高の評価高の高低差  $\Delta Z$  を用いれば幾何学的に次式となる。

$$B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

ここで、 $L_n$ ：護岸前面の平坦幅（ブロック 1 列もしくは 2m 程度以上）（m）， $\theta$ ：河床洗堀時の斜面勾配（ $=30^\circ$ ）， $\Delta Z$ ：根固め工施設高から最深河床高の評価高までの高低差（m），斜面勾配  $\theta$  は、河床材料の水中安息角程度になるが、安全を考えると一般に  $30^\circ$  とすればよい。

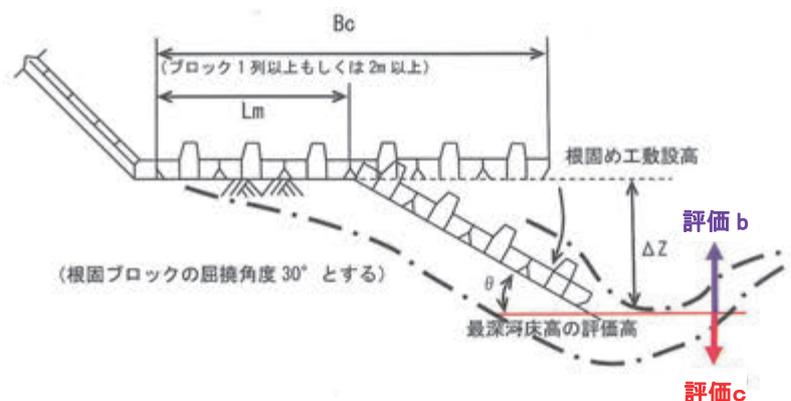


図 4-8 護岸基礎、根固め工屈撓と洗堀評価図

### 4.3.3 高水敷側方侵食の評価

高水敷幅の評価は厳密には侵食予測幅以上に高水敷幅があるかないかで評価するものであるが、ここでは「現況の高水敷幅と堤防防護ライン又は低水路河岸管理ラインの比較から、表 4-5 に示すように高水敷の側方侵食に対する安全性を a, b, c の3段階で評価する。

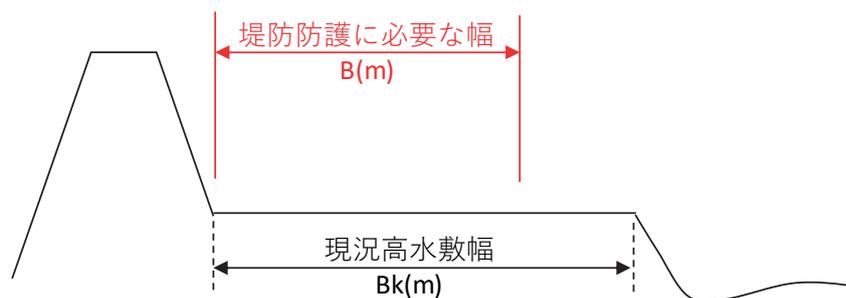
低水護岸の無い場合は、現況高水敷幅が堤防防護ライン又は低水路河岸管理ラインの 0.5 倍以下では、高水敷が多少あっても堤防保護の機能が果たせず、高水敷がないに等しいものとし、0.5 倍以上あれば堤防保護の機能がある程度期待できるものとする。

低水路河岸管理ラインが設定され、そこに低水護岸が設置されていれば表 4-4 によって評価するものとする。

表 4-5 高水敷の側方侵食の評価

評価	内容
a	現況高水敷幅 $B_k$ が堤防防護ライン $B$ より広い
b	現況高水敷幅 $B_k$ が堤防防護ライン $B$ の 0.5~1.0 倍
c	現況高水敷幅 $B_k$ が堤防防護ライン $B$ の 0.5 倍未満

a評価



b~c評価

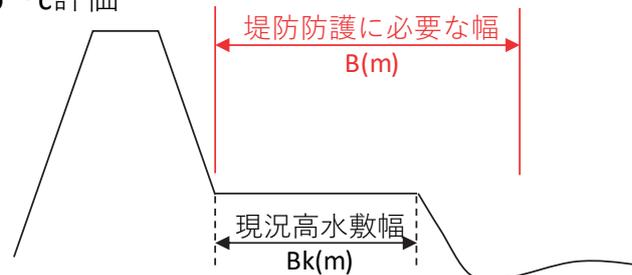


図 4-9 高水敷幅と堤防防護ラインの側方侵食評価図

**メモ 河床に粘性土および軟岩等が露出している場合の側方侵食量および局所洗掘深の評価法**

河床に粘性土および軟岩等が露出している場合の堤防等の機能の評価においても 4.2 の評価手順および評価方法は応用できるが、高水敷側方侵食、低水路局所洗掘の評価は、4.2 で示した河床

が移動床からなる場合とその侵食形態が異なるため、側方侵食量、局所洗掘深の評価手法が異なる。

「河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術 第4章 粘性土・軟岩の侵食形態と侵食速度」(財団法人河川環境管理財団, 2010)を参照するものとする。

#### メモ セグメント3での評価法

我が国においてはセグメント3の河道区間は感潮域にあり、セグメント3の河道区間を持つ河川は少なく、近代河川改修や河口付近の埋め立てや河床掘削によりセグメント3の河道特性を持つ河道となった場合が多い。河床下の土層構造、河岸の土層構造、さらには洪水外力のみならず、波浪、航走波、風浪、潮汐等の外力を受け、個々の河道の自然のおよび河川利用形態に差異があり、一般論で河道の機能評価ができないところがあり、個々の河道の河道特性、堤防保護構造物の特性を把握し、評価していくべきである。

#### 4.3.4 その他の項目の評価

河道の質的安全性の評価に関する河道の状態は、低水路局所洗堀、高水敷側方侵食のほかに、高水敷表面侵食や横断工作物周辺の地形変化、洪水調節施設の機能の維持に影響を及ぼす区間の河道変化が挙げられる。これらの現象については、河川砂防技術基準維持管理編に河道の維持管理項目として取上げられていないが、河道管理上無視しえないので評価するものとする。

##### (1) 高水敷表面侵食の評価

洪水時には、高水敷表層に流水が直接作用して表面を被覆する植生がはがれ、土砂が流出し溝状に掘れ、低水路護岸法肩付近の侵食、堤防法尻付近の侵食により堤防の被災に至ることがあるので、その現象の生じる可能性と程度を評価するものとする。

植生の流水に対する耐力を評価、原則として「河川堤防の構造検討の手引き 第5章 5.3.3」(国土交通省河川局治水課, 2012)によるものとする。表層土砂の直接侵食に対する安全性評価は、現況河道での整備計画流量流下時の高水敷表層に働く摩擦速度と表面侵食耐力の値とを比較することによって行うものとする。なお簡易な指標として、流速が上げられる。草本類の侵食限界流速は、経験則により 2m/s程度が目安となる。堤防近傍、高水敷表面の摩擦速度・流速として不等流計算によって算出した平均流速を使用する場合は、「護岸の力学設計法」(財団法人国土開発技術研究センター, 1999)による平面形状による方法で補正した摩擦速度、流速を使用するものとする。

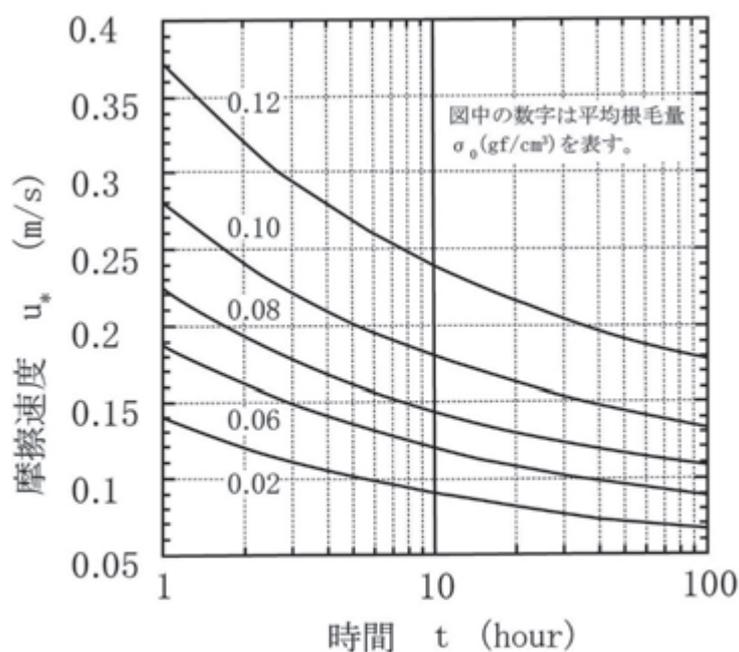
- 1) 高水敷の表面侵食に対する安全性は、高水敷上の流速と耐侵食流速を比較し評価するものとする。

堤防植生の表層侵食に対する耐侵食性能については、シバの植被率が高い場合はシバの表面侵食耐力を用いて安全性の評価を行うことを基本と考えられているが、高水敷の植被が剥がれ下層の土砂が多少侵食しても問題となることは少ないので、植生被覆の場合は流

速 2m/s を耐侵食流速（暫定値）として評価するものとする。

- 2) セグメント 1 の河川で高水敷表面の土層が薄く、その下層の砂利層の代表粒径  $d_R$  に対する無次元掃流力  $\tau_*$  が均一礫の無次元移動限界掃流力 0.06 以上を基準とする（堤防の安全性を低下させない程度の高水敷の多少の乱れ・荒れは許容する）。これらの流速や無次元掃流力による判断によりがたい場合は別途検討する。
- 3) セグメント 2-1 の河道においては、自然に形成された高水敷では植生に被覆されていれば高水敷の侵食の恐れは低い。人工的に形成された高水敷において高水敷の冠水頻度の高い場合は低水路河岸付近（洪水水が高水敷に進入する所や落ち込む所、裸地の管理用道路等が侵食される可能性がある）ので、侵食可能性について評価する。
- 4) セグメント 2-2 の高水敷は侵食の可能性のあるところは少なく、運動公園の野球場内野グラウンド、管理用被舗装道路などで侵食の可能性はある。
- 5) セグメント 3 では、高水敷は侵食の可能性は少ない。
- 6) 高水敷の樹木については、セグメント 1 では倒伏の可能性はある。セグメント 2-1 では樹木群の先端部、低水路近傍の樹木などでは一部倒伏する恐れがある。セグメント 2-2 では倒伏の恐れは少ない。

草本植物の侵食限界流速については図 4-10、図 4-11 を、樹木の倒伏限界についてはメモを参照するものとする。



植生の耐侵食性の評価図（摩擦速度と時間の関係）

図 4-10 植生の表面侵食耐力

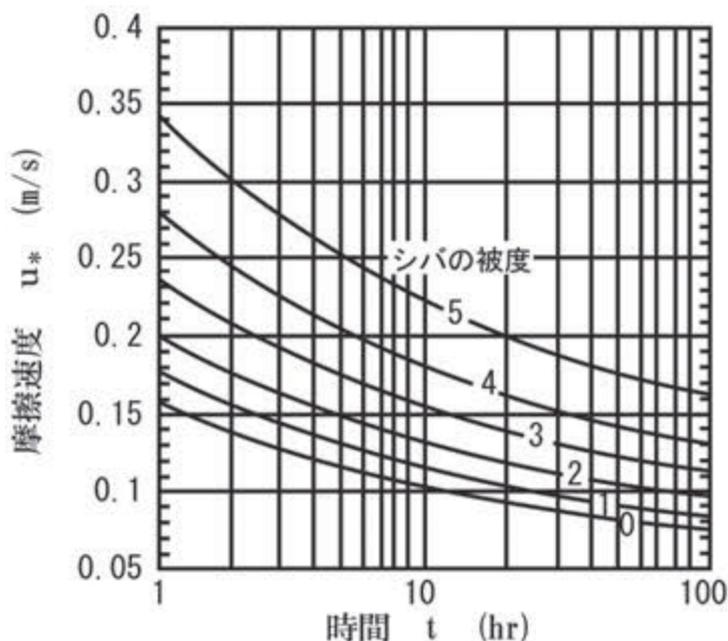


図 4-11 植生の表面侵食耐力（シバの被度と摩擦速度の関係）

#### メモ 樹木の倒伏限界流速の評価

一般に密生した樹木群内は低流速域となり、死水状態もしくはそれに近い状態となるため、流下能力算出にあたっては、樹木の粗・密判断を行った上で、流水の疎通に関係のない死水域とみなすが、高水敷上に繁茂する樹木群が下記の特徴を有する場合には、樹木群を死水域として取り扱ふと過大な水位上昇量となる恐れがあるため、樹木群内を低流速域として扱ふ不等流計算を行う必要がある。以下のような場合である。

- ・枝下長さが大きい、または繁茂密度が小さい樹木群である場合
  - ・その他の要因によって樹木群内を流下する流量を無視すると不等流計算の精度が悪くなる場合
- また、洪水の流速、流向、下流の河道状況等によっては、樹木が倒伏、流失する場合があるため、それらの影響も考慮する必要がある。

死水域とするかの判定は、樹木群による粗度係数の評価結果および樹木群面積の河道面積の割合により判定することになるが定量化が難しい。以下に示す二次元不定流計算を行うことにより植生による流速変化を的確に把握できる。

##### 1) 樹木群透過係数の粗度係数への変換

樹木群透過係数は、以下の方法に従って粗度係数に換算する(財団法人国土開発技術センター編, 2002)。

$$K = \left( \frac{2g}{C_d N D_m} \right)^{0.5}$$

$$n = \left( n_b^2 + h^{4/3} / K^2 \right)^{0.5}$$

ここに、 $K$  ; 樹木群透過係数 (m/s),  $g$  ; 重力加速度 ( $m/s^2$ ),  $C_d$  ; 抗力係数 (=1.2),

$N$  ; 単位面積当たりの樹木本数,  $D_m$  ; 胸高直径 (m),

$n$  ; 透過係数を考慮して換算した粗度係数 ( $m^{-1/3}/s$ ),

$n_b$  ; 地表面粗度係数 ( $m^{-1/3}/s$ ) (下草あり $\cdots$ 0.04, 下草なし $\cdots$ 0.03),

$h$  ; 水深 (m) である.

準二次元不等流計算を行い、各樹木群における計算水位及び流速を算出し、その結果を基に流水によるモーメントが、樹木の倒伏限界モーメントより大となる場合、樹木が倒伏すると判断する。

流水による外力モーメントは以下の式を用いて算出する。

$$M_1 = \frac{1}{2} \rho_1 C_{D1} S_1 u_1^2 L_1$$

ここに、 $M_1$  : 流水による外力モーメント ( $kg \cdot m$ )

$\rho_1$  : 水の密度 ( $102kg \cdot S^2/m^4$ )

$C_{D1}$  : 樹木の抗力係数 (=1.2)

$S_1$  : 流水中の樹木の投影面積 ( $m^2$ )

( $S_1 = N \cdot d \cdot l$   $N$  : 枝本数,  $d$  = 枝の平均直径,  $l$  = 枝 1 本の平均長さ)

$u_1$  : 流速 ( $m/s$ )

$L_1$  : 流水の作用中心の地表面からの高さ (m)

図 4-12 に樹木の倒伏限界モーメント ( $M_c$ ) と胸高直径 ( $D$ ) の関係を示す。使用する倒伏限界モーメント  $M_c$  は以下の 3 通りとし、流水による外力  $M$  が  $M > M_c$  のとき倒伏、流失すると判断する。

下限式 :  $M_c = 2.5D^2$  (河川における樹木管理の手引きの記載式)

平均式 :  $M_c = 7.8D^2$  (河川における樹木管理の手引きの記載式)

平均式はヤナギの上限式と概ね一致している。

上限式 :  $M_c = 40.0D^2$  (樹木流出後の計算水位を評価する際に危険側となる式)

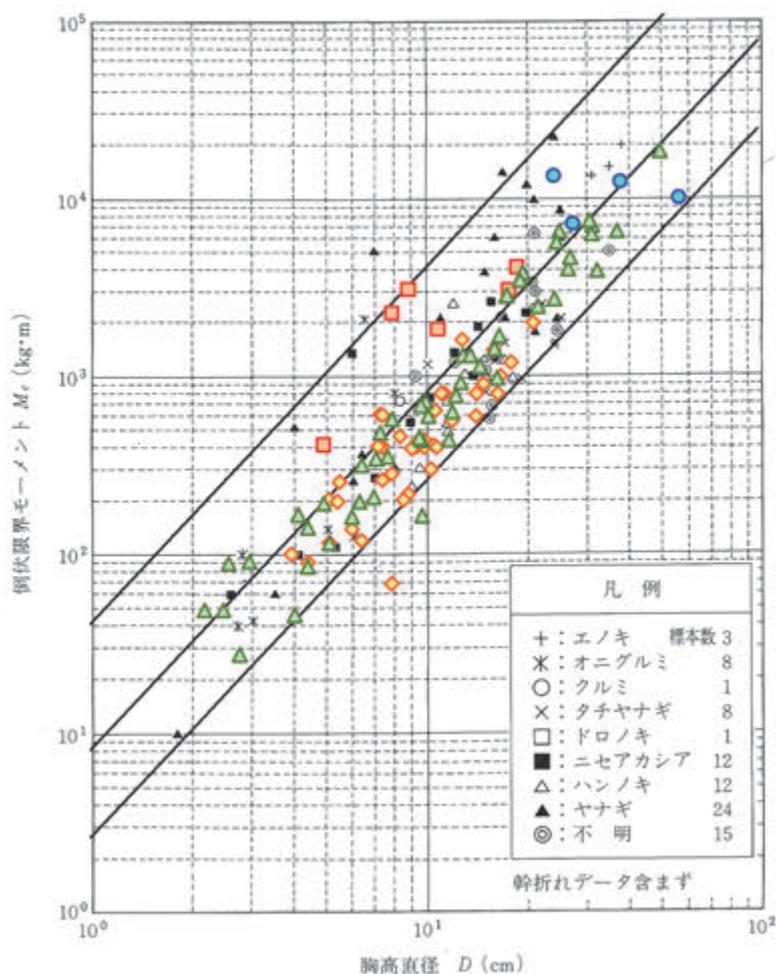


図 4-12 倒伏限界モーメントと胸高直径の関係

## (2) 横断構造物の機能の評価

### 1) 横断構造物自体の評価

堰、床止工、橋梁等の横断構造物が被災すると河道の変化、堤防の破損等、治水安全度の低下が生じる危険性が増す。そのため、横断構造物の評価は、護床工、高水敷保護工、護岸等の施設が「河川管理施設等構造令」等に基づく基準に対して、適切に設置されているか、設計時の図面等により構造を確認するものとする。

基準通り設置されていない構造物については、管理上注意（監視・対策）が必要な構造物として抽出するものとする。なお、構造物設置後、河道の変化により外力が増した場合（例えば構造物下流の河床低下）は、外力変化による構造物の安定性を再評価する必要がある。

構造令は一般的技術基準を定めるものであり、河川という公物の安全性確保のために最小限確保されなければならない基準値として設定されている。基準値および設計方法は技術進歩により変わってきているので、古い構造物については安全性について再評価するものとする。

## 2) 横断構造物が河道に及ぼす影響の評価

横断構造物が河道に影響を及ぼす可能性がある箇所として、以下のものがあり、河道の機能を阻害していないか評価するものとする。

- ・ 上下流で落差のある固定堰周辺
- ・ 横断構造物が原因となって被災したことがある箇所
- ・ 堰の存在により迂回流が生じ洗掘・侵食されると予想される箇所
- ・ 橋梁桁下の余裕高が十分に確保されていない橋梁
- ・ 橋脚周りの局所洗掘が河岸に及ぶと予想される箇所 等

堰等の横断構造物は洪水時の流下阻害要因となり、流向が変化し迂回流となる可能性がある。

迂回流は高水敷への乗り上げ流，低水路への落ち込み流となって高水敷側方侵食，低水路局所洗掘などの被害を生じさせ、堤防破堤に至る危険性がある。また、橋梁等に流木が引っ掛かると水位上昇の原因となり、浸水被害が生じることもある。

なお、頭首工，取水堰上流の河道掘削は，構造物下流への供給土砂量を減少させるので，構造物直下流の河床洗掘の要因となる。頭首工では，固定堰と流量制御および取水口付近の土砂堆積防止のため，水門の組み合わせ構造形式である場合が多い。水門部分は洪水時の流速が早く，滲筋が生じ，河岸あるいは堤防の破損の恐れが増すことがある。このように横断構造物の存在によって河道に影響を及ぼすと予想される箇所は，ランク c として設定する。

横断構造物の存在によって河道に影響を及ぼすと予想される箇所に対して，侵食危険性の詳細評価がなされ侵食対策工の施行がなされている場合はランク a とし，侵食対策工の施行がなされたが，その後の河道の変化により外力が増した場合は，安全性の低下度に応じランク b，ランク c とする。詳細評価において侵食対策工の設置が必要とされる場合はランク d とする。

近年の沖積地河川における河床低下は，橋脚基礎部の浮き上がりが生じ，橋梁被災を防止するために，橋脚周りの保護工の設置(橋脚周りに異形ブロックの投入・敷設)がなされたが，河床低下が止まらず，橋脚周りがブロックを含め，河床から浮き上がり橋脚周りが流水の流下阻害要因となり，橋脚保護工周りの河床洗掘が増加し，河岸侵食の要因となること，また，橋脚保護のため異形ブロックによる床固めを設置し，その一部が洪水等で被災・流出し，この部分の河床低下が急速に進み，河岸侵食の要因になることがあり，重点監視場所とする。

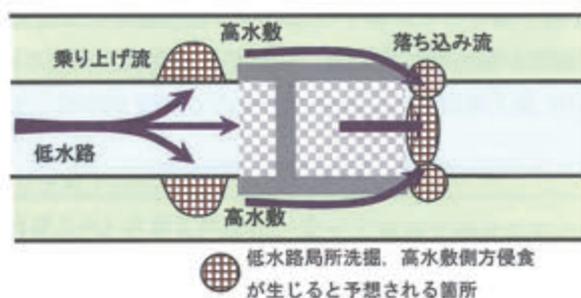


図 4-13 床止工や固定堰付近の流れによる洗掘が予想される箇所

**メモ 橋脚周りの洗掘防止工が及ぼす河道洗掘・河岸侵食**

橋脚の設計において、橋脚周辺の深掘れを評価することは当然なされなければならない行為である。また河川管理においては、橋脚が河道・河川に及ぼす影響を評価し、対応方針を決定しなければならない。

これらについては以下の資料を参照されたい。

- ・須賀堯三他（1982）橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討，土木研究所資料，第1982号
- ・宇多高明他（1993）治水上から見た橋脚問題に関する検討，土木研究所資料第1993号
- ・小松利光他（2009）流木と災害，技報堂出版

なお、橋脚周りの洗掘による橋梁の被災を防止する責務は、橋梁管理者であるが、その工法・工事は河川管理者と協議して許可される。

**(3) 洪水調節施設等の機能に影響を及ぼす区間の河道変化**

遊水地や放水路等の洪水調節施設は、通常、将来河道（計画河道）または設計時の現況河道の河道条件において、計画の効果量（最大効果量）が発揮されるように計画・設計されている。

河川管理者には、計画・設計時の河道より洪水調節機能を低下せないような河道管理が求められている。将来河道の完成までに大規模な掘削等の河道改修を伴う場合は、5年程度毎に当該時点での河道状況を基に遊水地や放水路の機能評価を行うのが望ましい。

定期点検においては、洪水調節施設近傍の河道形状および植生状況を監視・点検し、必要に応じて、維持管理するものとする。

**1) 評価の方針**

近年、河川・流域への人為的なインパクトにより河道特性が時間の経過とともに急速に変化してきている。その河道条件の変化により遊水地や放水路等の洪水調節施設、取水施設等の施設は、設計当初に比べ機能が低下しているものもある。

河道条件の変化による洪水調節施設・放水路の機能の低下（洪水調節量の低下）は、下流河道の洪水流量の負担を増加させ、下流流域の洪水氾濫に対する危険度を高めることになる。

施設の機能を維持していくためには、施設の機能に影響を及ぼす区間の河道の安定性（または変化）を監視して評価していく必要があり、今後このような施設機能の維持の観点からも河道管理を行っていく必要がある。

計画・設計時の洪水調節施設等の機能が現在も維持されているかどうかを評価するためには、計画・設計時と現況の河道条件を比較して大きな差異がないかどうかで判断する。河道条件の変化が大きく、洪水調節量への影響が懸念される場合は、別途、調節計算等、河道条件の変化を考慮した詳細検討を実施し、対応を検討する。

なお、ここでの評価は詳細検討の必要性を判断するための評価である。

## 2) 評価方法

洪水調節施設は、河床高の変化、河道内樹木の繁茂、高水敷の地被状態等、河積・粗度が変化することによりその機能が変化する。このため、計画・設計時と現在までの縦横断図、河積、 $H-Q$ 式（図 4-14 参照）をそれぞれ経年的に重ね合わせてその変化量を把握し、施設機能に大きな影響が及んでいないか水理検討により評価・判断する。

この場合、放水路および遊水地を挟む上流および下流に水位・流量観測所を設け、上・下流の2点の水位・流量を監視すれば、水理計算によらず放水路や遊水地の機能が保全されているか評価できる。

なお、維持管理対策を実施すべきかの判断基準を一律的に定めることは困難なため、各河川の状態に応じて個別に検討し判断する必要がある。

評価の対象区間は、遊水地等の施設前面の河道区間だけではなく、施設前面の水位に影響を及ぼす下流区間までとする（図 4-15 参照）。現況越流開始流量は、洪水実績または計算により求める方法があるため適切な方法を選択する。

洪水調節施設等の機能に大きく影響を及ぼす流下能力の変化が予想される区間は「重点監視箇所」として設定し、平常時、施設および植生状況の河道監視を行い、5年程度毎および大洪水後に機能評価を実施するものとする。

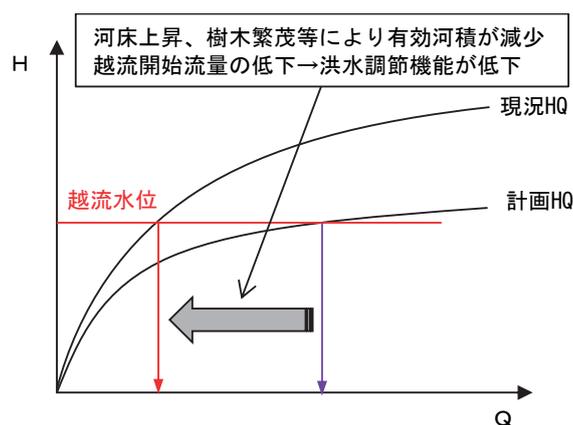


図 4-14 河道変化の分析例

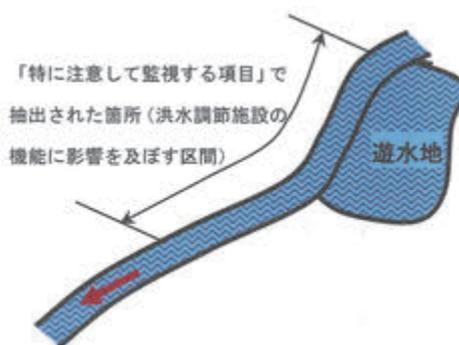


図 4-15 「重点監視項目」で抽出された箇所の設定例

## 4.4 河道機能の低下要因の分析と評価結果の整理

### (1) 河道機能の低下要因の分析

量的安全性、質的安全性の各項目の機能評価より、各機能性能が低い箇所では、その機能低下要因を把握し、要因別に河道の維持管理方針（監視、河道改修、河川構造物の改良・改修等の対策）を策定するものとする。

河道機能の低下要因を把握することは、河道管理において極めて重要な行為であり、十分に検討する必要がある。

過去に被災している箇所は、河道の中でも質的に弱い箇所であるが、仮に被災実績が無いからといって、質的に弱い箇所が存在しないわけではない。その弱点を推測し、抽出するためには、河道特性情報集の記載情報を基に、平面形状（わん局部、水衝部）、横断形状（洗掘、侵食）、航空写真、高水敷幅、低水路幅、水深、川幅水深比、摩擦速度、治水地形分類図、被災実績、外力（流況）、工事履歴、河道特性に関する水理諸量等の各種情報を重ね合わせ、それらの経年変化を調べる必要がある。

水理諸量については、各評価で用いた判断基準値をはじめ、既往実験結果や経験からの耐侵食限界等判断基準値が存在するため、それらを目安として比較することも有効である。

堤防浸透、堤防直接侵食、高水敷側方侵食・局所洗掘等の現象が生じる要因は数多くあり、以下のようなものが挙げられる。

- ・ 樹林化の進行
- ・ 砂州の発達
- ・ 湾曲部、水衝部
- ・ 横断構造物周辺、上下流
- ・ 洪水流の高水敷への乗り上げ・落込み 等

なお、洪水時の水位の変化に応じて、流向が変化する場合があり、それによって危険箇所も変化するため水位変化も踏まえる必要である。以下に要因分析の事例を示す。

#### ① 樹木群の影響の例

堤防前面に樹木群が列状に発達すると高速流が生じ侵食破堤に繋がる可能性がある。図 4-16 は航空写真の経年変化から近年樹木群が繁茂した区間を抽出し、堤防前面に高速流が生じる可能性がある区間を抽出した事例である。

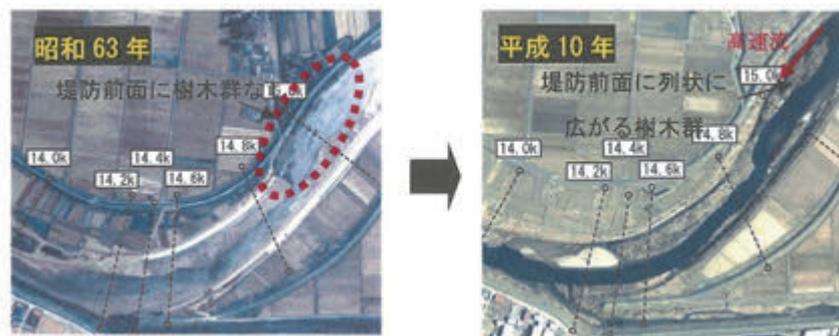


図 4-16 堤防前面に高速流の発生が予測される区間

### ②砂州の影響の事例

発達した砂州は、洪水時に水衝部や高速流を発生させ深掘れの原因となる場合がある。

滯筋が低水路河岸や堤防に接近している箇所では、最深河床が低下して護岸の根入れ深にまで達し、被災する可能性がある。図 4-17 は航空写真の経年変化から近年砂州が発達傾向にある箇所を抽出し、横断図の重ね合わせによって局所的な深掘れの原因、実態を把握した事例である。

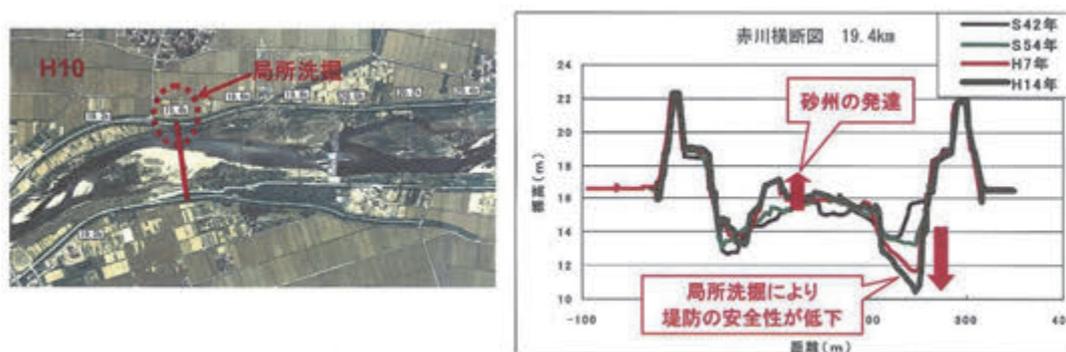


図 4-17 砂州発達により局所洗掘が見られる区間

### (2) 「重点監視箇所」の設定

各評価項目での評価結果に基づき、評価項目毎に下記を勘案してランク b、ランク c と評価し「重点監視箇所」として設定するものとする。各評価項目の総合化は行わない。

- ・ 評価基準値を下回り、安全性が低下していると判断された箇所または影響が及ぶ範囲
- ・ 横断構造物とその影響の及ぶ上下流の一連区間
- ・ 「重要水防箇所」で A と評価されている区間
- ・ 上記以外で平面形状等から機能の低下が予想される箇所または区間

### (3) 評価結果の整理・表示（アウトプット図の作成）

各項目の評価結果は、評価ランクとして得られることになるが、その評価結果は迅速かつ的確に監視や対策等の河道管理に活かされなければならない。そのためには、評価結果は現地の状況や河道特性と結びつけてわかりやすく整理、表示する必要がある。このため下記のように整理した総括図と各項目の 2 種類のアウトプット図を作成するものとする。

アウトプット図の作成目的と方法を以下に示す。また、図 4-18 に評価結果の総括図、図 4-19

に低水路局所洗掘・高水敷側方侵食の評価のアウトプット図の例を示す。

#### ①評価結果総括図

評価結果総括図は、全ての評価結果を一覧に示したもので、作成目的は各評価結果を総合的に把握し、断面毎に監視すべきポイント（項目）を容易に把握することである。

- ・ 現地の状況や河道特性と評価結果が同時に理解できるように航空写真や平面図に「重点監視項目」で抽出された箇所を記載する。
- ・ 各項目の結果（ランク）を評価断面毎に整理する。
- ・ 堤防の状況（堤防の基本断面形状確保・未確保）を航空写真に記載する。
- ・ 重要水防箇所のランクを記載し、本評価結果と相違を把握できるようにする。

#### ②各項目の評価結果

各項目の評価結果は、「評価結果総括図」よりも詳細な情報を航空写真に記載することで、評価結果と現地状況・河道特性、危険要因を関連づけて把握することを目的に作成するものである。

また、評価結果や安全性を低下させている要因分析の結果から、「河道の監視要領」における監視ポイントを記述することで、箇所毎に「何を監視する必要があるのか」がはっきりし、現地での河道監視にすぐに活用できるようになる。

- ・ 航空写真や平面図に評価結果と評価に用いたデータ（情報）を記載する。
- ・ 現地の状況や河道特性がわかるように航空写真や平面図に「重点監視項目」で抽出された「重点監視箇所」を記載する。
- ・ 評価結果の解説や監視ポイントを記述する。
- ・ 必要に応じて、評価結果を補足するような横断図や現地写真等の情報を記載する。

### (4) 評価結果の活用

#### ①評価結果の活用方法

本論に基づく流下能力、施設（堤防等）の機能評価により、河道のどの箇所の安全性がなぜ低いかが明らかとなる。その評価結果は、治水に関わる巡視・点検・測量等の監視（メリハリ）、水防活動、河川改修、あるいは投資の優先順位等の判断を行う際の基本的な情報として幅広く活用できる。

評価結果を活用する際には、河川整備計画をはじめ、河川管理に関する各種の行動計画と整合を図る必要がある。特に注意して監視する各項目で抽出された箇所では、日常の監視箇所に加えて河道監視の頻度や密度等を適宜増やし、効果的、効率的な管理を行う。

#### ②河道の評価の検討時期

河道の状態は常に変化しているため、河道の評価の結果は、適切な時間間隔で更新していく必要がある。河道の評価は、原則として定期縦横横断測量（5年サイクル）や大洪水後の横断測量後に実施する。



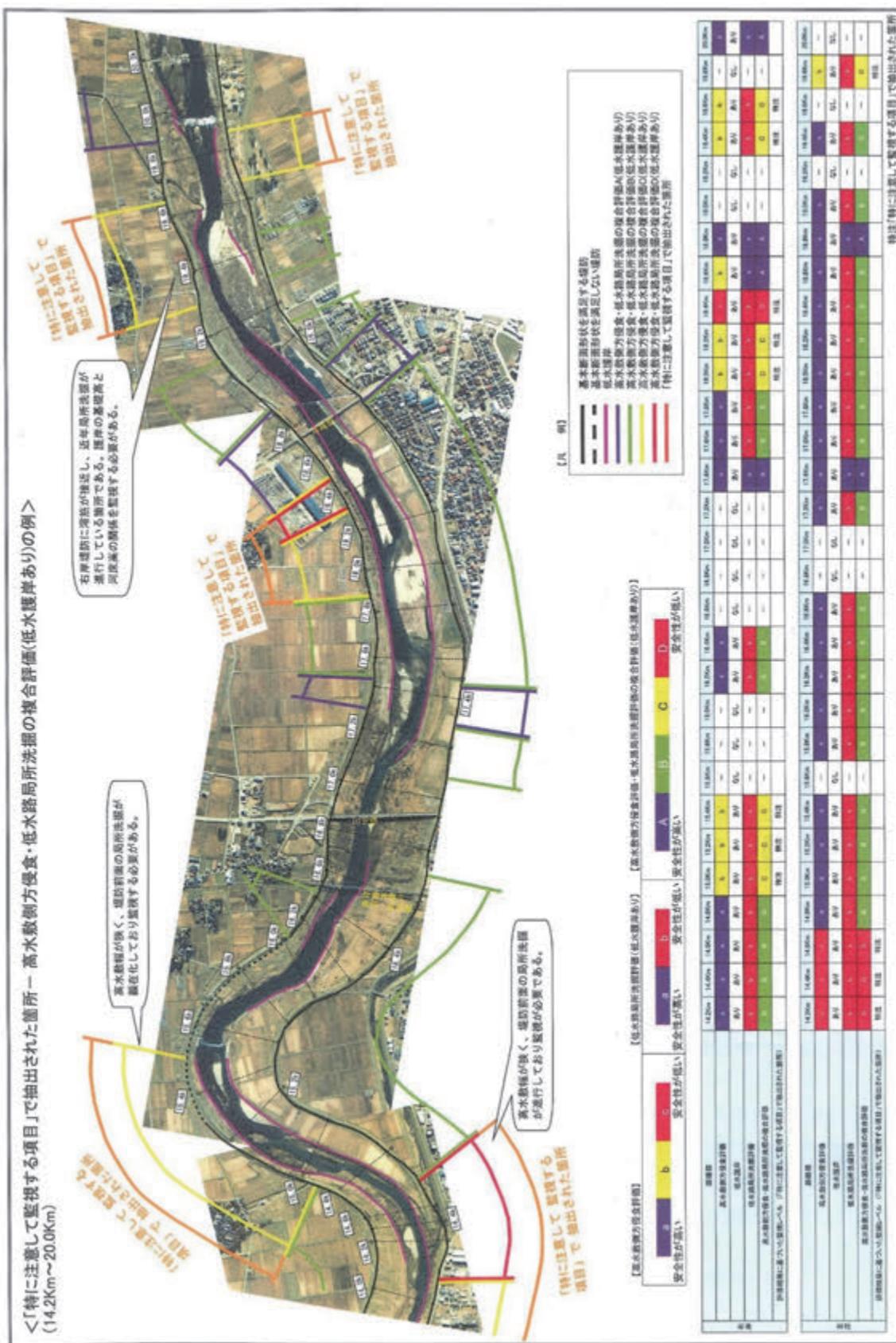


図 4-19 低水路局所洗掘・高水敷側方侵食の評価結果

参考：河道の評価について

要監視項目 評価		量的安全性			質的安全性	
		流下能力	河道内樹木群	河口部	低水路局所洗堀	高水敷側方侵食（護岸が無い場合）
a	異常なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画高水流量の流下が可能</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸基礎高 ≤ 現況河床高</li> <li>護岸基礎高 &gt; 現況河床高（が低い）が根固め工が屈撓して対処可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現況高水敷幅 Bk が堤防防護ライン B よりも広い</li> </ul>
b	要監視段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備計画目標流量の流下が可能</li> </ul>	(流下能力評価と連動する)	(流下能力評価と連動する)	<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸基礎高 &gt; 現況河床高（が低く）根固め工が屈撓して対処できない範囲</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現況高水敷幅 Bk が堤防防護ライン B の 0.5～1.0 倍</li> </ul>
c	予防保全段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備計画目標流量の流下が不可能</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸基礎高 &gt; 現況河床高であり、護岸の損傷がみられる場合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現況高水敷幅 Bk が堤防防護ライン B の 0.5 倍以下</li> </ul>
d	措置段階	<ul style="list-style-type: none"> <li>出水等の影響により河道が大きく変状し、流下能力不足が生じた場合</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸基礎高 &gt; 現況河床高であり、護岸の損傷がみられる場合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現況高水敷幅 Bk が堤防防護ライン B の 0.5 倍以下であり、護岸又は河岸の損傷がみられる場合</li> </ul>



## 参考文献

- 山本晃一（2010）沖積河川-構造と動態-, 技報堂出版.
- 宇多高明, 望月達也, 藤田光一, 平林桂, 佐々木克也, 服部敦, 藤井政人他（1997）洪水流を受けた時の多自然型河岸防御工・粘性土・植生の挙動, 土木研究所資料第 3489 号.
- 財団法人河川環境管理財団（2005）流量変動と流送土砂量の変化が沖積河川生態系に及ぼす影響とその緩和技術, 河川環境総合研究所資料 第 16 号.
- 財団法人河川環境管理財団（2010）河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術, 河川環境総合研究所資料 第 29 号.
- 財団法人河川環境管理財団（2012）河川植生管理論, 河川環境総合研究所資料 第 31 号.
- 財団法人国土開発技術センター（1999）護岸の力学設計法, 山海堂.
- 財団法人国土技術研究センター（2002）河道計画検討の手引き, pp. 75-131.
- 財団法人国土技術研究センター（2002）河川堤防の構造検討の手引き.
- 財団法人リバーフロント整備センター（1999）河川における樹木管理の手引き, 山海堂.
- 須賀堯三, 西田祥文, 高橋晃, 坂野章（1982）橋脚による局所洗掘進の予測と対策に関する水理的検討, 土木研究所資料第 1797 号.
- 福岡捷二, 藤田光一, 加藤善明, 森田完史（1987）堤防法面の芝の耐侵食特性, 土木技術資料, Vol. 29, No12.



## 第5編 河道の維持管理対策要領

### 5.1 総説

#### 5.1.1 目的

河道の維持管理対策は、第4編 河道状態の分析・評価要領 によって分析・評価された河道の機能評価（河道状況のランク付け）に応じた河道の維持管理対策を策定することを目的とする。

#### 5.1.2 点検評価時期

河道の点検評価は、各年度末に実施する点検評価、5年毎に実施する詳細調査および河道変化の大きい洪水後点検評価を実施することを基本とする。

点検評価は各年度末において次年度の維持管理対策方針の決定前に実施するもので、目視点検結果および簡易な河道変化調査結果を踏まえ河道の維持管理対策を策定するものである。

詳細調査は、基本的に5年毎の維持管理計画見直し作業に一環として実施されるもので河道の流下能力の再評価や河道の変化予測を含む検討を踏まえ、次5年間の河道維持管理対策を策定するものである。なお過去5年間の河道の変化が小さい場合は河道の流下能力の再評価を省くことができる。

洪水・地震等によって河道の変化（河岸侵食、河積）が大きい洪水後点検評価は、洪水後の河道変化に対応する対策を実施するもので、洪水後速やかに河道の変化や河積の変化を測量調査し、流下能力の変化や既設河川管理施設の被災対策や河道形状の再設定や構造物の補修や再建方針を策定するものとする。

## 5.2 河道の維持管理対策の対応レベルと内容

### 5.2.1 河道の維持管理対策の対応レベル

河道の維持管理対策は、点検評価結果に基づき維持管理対策を策定するものとする。すなわち、河道の維持管理目標に対する河道の状態の評価水準（河道機能別ランク付け）に応じて河道の維持管理対策を実施するものである。河道の状態が、河道の維持管理目標を満足していれば通常の河川巡視および点検という維持管理を実施するものとする。満足していなければ、その河道機能別ランク水準に応じて、目視点検、予防保全、補修、復旧・改良復旧、河道計画（河川整備計画）による改修という河川管理行為の水準を変えていくものとする。

従来、河道の維持管理対策として位置付けられていたものは、河道の目視点検、軽微な補修（構造物の補修、堆積土砂掘削、植生管理）であるが、洪水により河岸侵食対策工（護岸・水制）の被災、河岸侵食、堤防の被災、河道内土砂堆積による河積の減少など、維持管理目標を超える変状が生じた場合は、災害復旧として従前の河道機能の回復がなされてきた。

本要領では、災害復旧工事までを維持管理対策と見なし、破堤等大きな災害を受け、河道機能の向上を含む対策を実施する改良復旧事業、激甚対策事業等は、計画目標、河道整備計画（河道計画）の変更を伴うので、維持管理行為を超える河川改修事業と見なすものとする。

河道状況の変化により、既設構造物および河道形状の維持が困難になり、構造物の再配置・改築を伴う場合は、改修事業とみなされる。

維持管理行為の範囲は、維持対策費としてどれだけの費用が制度的に確保されるかの問題、すなわち、予算確保の根拠とその社会的容認に関わる問題（法制度・財政制度、意思決定機構）に関わるものである。なお、河道の変化状況に応じて、河道の維持管理目標の変更、さらには河川改修事業に移行するかの判断行為は、維持管理行為と見なすものとする。

以上の判断行為は、事務所内横断連絡調整会議（以下、所内会議）の議論を踏まえて事務所長が決定するものとする。なお主要な対策には予算措置を伴うので、地方整備局河川部および本省の担当部局の承認を得る必要がある。なお、所内会議にかける案件・議案の作成や情報の整理、解析行為は、事務所内の各担当課が行うものとする。

以下に河道機能ランク水準による河道の維持対策レベルと内容を記す。なお、監視以外の具体的維持管理対策手法については、5.3～5.7において記述する。

### 5.2.2 河道の量的安全性の確保

#### (1) 河道の流下能力に対する対策

第4編4.2により、流下能力不足度と現況堤防の形状を踏まえて、流下能力の観点から図4-1および表4-1に示すa, b, c, dの4ランクに段階表示し、そのランクに応じて、監視、対策の対応方針（計画）を立案するものとする。評価結果は、区間毎にこのまま現状を維持・監視していけば良いのか、あるいは築堤、掘削等改修していく必要があるのか等、今後の流下能力管理水準の判断情報として活用するものである。

評価結果aランクは、現状では安全であるので通常の監視を行う。bランクは、平常時は、通常の監視レベル、洪水時は「重点監視箇所」とする。cランクは、平常時および洪水時の「重点監

視箇所」とする。重点監視箇所においては監視項目、監視頻度、流下能力変化の評価基準等の策定を行い、維持管理行為として実行していくことを標準とする。

## (2) 河口部の対策

### 1) 治水機能保全対策

4.2.3(1)①の機能を確保するため、河口が内湾に面し、波浪の影響が小さく河口砂州が存在しない場合は、4.2.3(2)にランク分けし対策を取るものとする。

河口が外海に面し、河口砂州が存在する場合も4.2.3(2)によるが、cランクに対しては、河口導流堤等の河口処理工の設置や砂州の維持掘削などの対処工の設置などの対策工を必要に応じて設置する。河道監視に当たっては、砂州形状の変化を写真撮影や簡易測量などの手段を用いて監視するものとする。

### 2) 河口付近の海岸保全機能保全対策

4.2.3(1)②の機能を確保するため、海岸管理者・港湾管理者と協議し、各管理者の対応方針（手法・時期）を定め実施することが望ましい。

### 3) 航路機能保全対策

4.2.3(1)③の機能を確保するため、港湾管理者と協議し、必要に応じて浚渫などの対応を取るものとする。浚渫土砂は海岸侵食防止のため、系外の持ち出さず、河口付近に投入することが望ましい。

## 5.2.3 河道の質的安全性の確保

### (1) 低水路局所洗堀

4.3.2の方法（護岸基礎高と河床高の比較による評価）により管理対策を検討する。

cランクおよびdランクについては、安全性の詳細検討（水理解析を含む）を行い、危険度に応じて順次、監視、局所洗堀対策を実施する。なお、低水路護岸の被災により堤防が破損する恐れが強い場合には、早急な対応を取るものとする。

### (2) 高水敷側方侵食

4.3.3の方法（高水敷幅と河岸防護ライン又は低水護岸の設置状況とその機能による評価）により管理対策を検討するものとする。

cランクおよびdランクについては、安全性の詳細検討（水理解析を含む）を行い、危険度に応じた低水路河岸侵食対策を実施する。なお、洪水後、高水敷が堤防防護ラインを割り込んだ場合は、災害復旧を含めて予算措置を取り、河岸侵食防止対策を実施する。その後、復旧工法に応じ

て、当該箇所ランク付けを変更する。

## 5.2.4 その他の項目

### (1) 高水敷表面侵食

4.3.4(1)の評価によって管理対策を決定する。高水敷利用施設や河川管理施設周辺の侵食により施設被害が生じる恐れがある場合は、侵食防止のため高水敷保護工を設置（取水堰、床止め工の堰周辺高水敷など）するものとする。

セグメント1の河道では、大洪水により高水敷が侵食する恐れがあるが、侵食しても河道機能に大きな影響を及ぼすことが少なく、通常高水敷保護工を設置しないが、低水路法肩においては高流速による侵食により護岸が被災する事例が多々有り、護岸法肩工の設計において配慮するものとする。

セグメント2-1では高水敷高が低い人工的高水敷造成箇所などでは高水敷が侵食する恐れがあり、高水敷造成計画において高水敷の維持管理について考慮して設計するものとする。なお裸地の道路などでは表層侵食の恐れがあるので、侵食後の維持管理対策を策定しておくものとする。

セグメント2-2および3では侵食の恐れは少ない。むしろ浮遊砂の堆積が生じるので、高水敷利用施設では、土砂堆積後の対処方針を策定しておくものとする。

#### メモ 床止め工の高水敷の侵食防止に関する資料

以下の資料が参考となる。

- ・財団法人国土開発技術センター（1998）床止めの構造設計の手引き，山海堂

### (2) 横断構造物が河道に及ぼす影響対策

4.3.4(2)による影響評価により管理対策を決定する。なお、流下能力については4.2、河道の質的安全対策については4.3を参照するものとする。

### (3) 洪水調節施設等の機能保持

遊水地や放水路の洪水調節機能に及ぼす河道区間については、4.3.4(3)の評価により管理対策を決定する。

遊水地および放水路の洪水調節能力が軽減し、遊水地・放水路分派点下流の治水安全度が低下する場合、治水安全度の低下程度に応じて、河道掘削、樹木管理、河床低下対策を検討し実施するものとする。どの時点において対策を実施するかは、当該河川の置かれた自然的・社会的条件により異なるので、対応方針は詳細検討を行い決定するものとする。

## 5.3 流下能力不足区間における維持管理対策手法

### 5.3.1 流下能力不足区間における対応手段

流下能力判定結果より、確保すべき流下能力が不足している区間および近い将来（5年程度）において不足が生じると懸念される区間が存在する場合は、流下能力の確保のため対応方針を決定し、河積確保工事、植生管理行為を実施することを基本とする。

対応手段としては、①堤防嵩上げ、②引き堤、③河道掘削、④除草、⑤樹木の伐採・間伐、⑥樹木の枝払い、が考えられる。

①、②の手段は、通常、改修計画（河川整備計画）の一部であり、維持管理対策として取るあげられることはない。

③河道掘削は、植生管理という手段では治水安全度が確保し得ない場合にとる方法であるが、生態系の保全に配慮し河道掘削量や掘削形状を検討しなければならない。

掘削の方法としては低水路拡幅、低水路河床掘削、高水敷の掘削があり得る。低水路拡幅は、感潮域でなければ10～30年以内に河岸・中州に土砂の堆積により低水路幅の縮小が生じ、再度維持掘削が必要になるのが通例である。低水路河床掘削は、既存施設（護岸・水制、横断構造物、橋梁橋脚・橋台）の補強が必要とされ、近年は控えられる方向にある。高水敷の掘削は、湿地あるいは河原環境の再生の目的と組み合わせられて実施される例が増えているが、その掘削標高により土砂の堆積や河岸の再生速度、植生進入状況が異なる。掘削標高を低水位程度とすると、植生の進入と浮遊砂の堆積により河岸の早急な再生が生じ維持管理に苦しむ。④は毎年の除草が必要となる。⑤、⑥は樹林の範囲や樹林密度を管理し、治水安全度を確保するものであり、河川の樹林化が進む河川で取られる手段である。

#### (1) 流下能力不足区間の河道掘削

##### 1) 掘削断面形状設定の基本

掘削は河道形状を人為的に変化させるものであり、河道はそれに対して応答変化する。望ましい掘削形状は、河積増大後の再堆積量が少なく維持管理が容易であり、かつ環境の改善となるようなものである。すなわち、河道掘削後の応答特性を的確に把握し、掘削形状を設計しなければならない。

設計に当たっては検討対象区間のセグメントのみならず、河川管理区間全川に亘る河道特性調査（山本，2010）を実施し、縦断方向の河床縦断形状、河床材料、掃流力、川幅、川幅水深比、水深粒径比、植生等を評価し、各セグメントの特徴を総括し、セグメント間の流送土砂の量・質、粗度係数、砂州形態、侵食形態、堆積形態の差異を把握しておくことが望ましい。さらに流域や河道に加えられた人為的インパクト、大洪水のインパクトが当該セグメントにどのような応答を生じさせたか分析しておくことが肝要である。特に山地部での大ダム建設による洪水流量および流送土砂量の減少、河道掘削のインパクトが河道にどのような反応を生じさせたか、その反応速度がどの程度であるかを過去の河道形状の変化を分析することにより把握することが必須である。

一級河川の指定区間外の河川においては、これを評価するための資料が存在し分析可能である。

なお、沖積地河川は、河口付近を除けば河床下に粘性土・軟岩の露出している河道が常態となり、河道掘削形状の設定に当たって、20m程度の低水路下の土質・地質層序構造を加えて河床低下特性を分析しなければならない。さらに設計に当たっては、以下の社会的制約条件・生態的環境条件を把握し、設計に反映させる必要がある。

- ・付近に道路・鉄道橋が存在し、掘削による橋脚回りの河床高が低下し橋脚の安定性に影響を与える。
- ・掘削により稀少生物の生育に影響を与える。
- ・河床の浅い所に基岩が存在し、垂直方向の掘削は多大の費用が掛かる。

また、掘削後の掘削断面の変化および植生遷移を30年程度以上に亘って定性的にでも予測・イメージしておくことが大切である。当該河川の河道・環境特性調査および他河川の事例から抽出した蓋然的法則性を利用することにより予測する。

#### 参考資料 掘削による河道の応答に関する文献

以下の文献が参考となる。

山本晃一他，2005：流量変動と流送土砂の変化が沖積河川生態系に及ぼす影響とその緩和技術，  
河川環境総合研究所資料第16号

山本晃一他，2010：河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術，河川環境総合研究所資料  
第29号

山本晃一，2010：沖積河川 第12章，技報堂

## 2) セグメント毎の河道掘削形状の設定

河川整備計画に則り河道掘削が必要とされ、その際に河原環境（河原植生）や水辺環境（湿地環境）が復元・再生できるような掘削断面とすることが好ましい。その場合、河道特性の掘削によるその後の河道の応答（30年間程度の時間経過中の応答）のセグメント毎の差異について、既往の事例を参考に検討を行い、掘削形状の妥当性を検討しなければならない。

掘削形状については、現在、種々の試み（計画）がなされている。以下のようなものであり種々の問題点がある。新たな形状設計の考え方を示す。

### ①セグメント1

現在、直轄河川のセグメント1の河道は下流セグメントの接合部を除き、60年代、70年代の河道掘削により低水路平均河床高が2～3m程度低下し、これに加えて、山地部における大貯水ダムの建設、植林、砂防事業により洪水流量・土砂供給量が減少し、低水路幅が縮小している。これにより中州の樹林化、堤防沿いの樹林化が進行している河川が増加した。流下能力が不足している区間では樹林伐採、河道掘削等が計画される。

流下能力が確保されているが、強固な中州の発達（樹林化され島状となった砂州）により流路

が二分され、大洪水時において低水路河岸の侵食が懸念され堤防安全度の確保の観点から固定化された中州の解消を図る河道形状への変更が企画されること、また水衝部が堤防に接近し水衝部の深掘れ軽減のため、その前面の砂州の一部を掘削し水衝作用を軽減させる計画が立案されている。また礫河原再生のため掘削により河原の再生が、またハリエンジュ等の外来種駆除のため河道掘削されることがある。

これらの掘削に当たっては、河原環境の復元となるように掘削形状が計画される。図 5-1 にその掘削形状の典型例を示す。掘削底高は平水位以上とするのが一般的である。

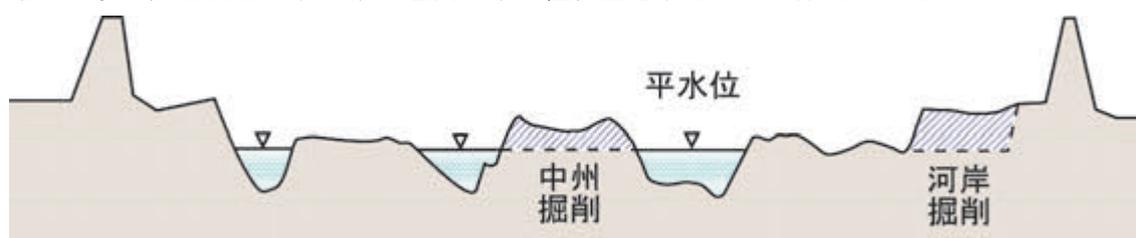


図 5-1 セグメント1の掘削イメージ

ところで、現にある低水路の川幅は、洪水という自然の攪乱および河川流域に加えた人間の人為インパクトによる応答の結果である。この川幅を拡大する河道掘削は、河川がなりたがる河道（動的平衡河道）からの乖離であり、掘削後の河道の応答変化とその速度を予測する必要がある。

川幅の人為的拡大は河床に働く掃流力の減少となるが、扇状地河川の川幅は広く、また洪水により川幅が変動するという特性を持つ。過去十年程度の平均川幅の1割程度の川幅の増減は河道特性を大きく変えるものでない。より川幅を広げると砂州平面形態の変化、砂州頂部付近への植生侵入、浮遊砂の堆積による砂州の固定化・中州化による川幅の縮小が生じると推定され、1.5割以上の川幅の拡大は控えるべきである。なお、低水路の掘削により平均河床高が低下後、砂州の再生により最深河床高は、平均河床高の低下量に相当する程度低下する。護岸の根継ぎが必要か判断・対処する必要がある。ただし、川幅の復元に要する時間および樹林化は土砂の堆積に時間を要し、上流からの供給土砂量や砂州のスケールによるが数10年の時間が掛かるようである。

大貯水ダムの築造等により洪水流量、河床を構成するA集団材料の供給土砂量の減少により縮小した低水路川幅（樹林化した固定砂州・島状地形の発生を伴う分岐水路の和）を河原環境復元のために広げると、その後川幅の縮小が進む。この縮小速度が遅く、20年以上低水路川幅が確保できれば維持掘削費が大とならず、計画が受け入れられようが、持続可能性のない対応はなるべくなら避けたい。川幅縮小速度は、60年代後半から70年代前半の河床掘削および上流大ダム建設後の洪水流量変化後の河道形状および植生状況の変化を分析することにより、概略見積もることができる。なお、分岐水路化すると流路の曲りが大きくなり、流水の一部が分岐水路に集中し、最深河床高は平均河床高の低下量に相当する程度以上低下する可能性が大きくなるので、低水路水路を統合化するように河道を誘導することが望ましい。

大貯水ダムの建設により上流からの河床材料相当（A集団）の土砂補給が減少し、河床表層にC集団が残りアーマ化した河床は、上流からA集団を土砂補給しない限り、生きた河原環境を復元することは難しい。土砂補給が少ない場合には、広げた河道の一部が河床低下し、小段丘化を伴う川幅の縮小とアーマ化が生じる。

また、上流山地部における大貯水ダム、治水ダムにより洪水流量の低下および供給土砂量の低減は、砂州の島状化および樹林化を生じさせる（ダム地点と沖積地間の河道の長さにもよるが、ダム築造後20～30年の経過時間後）。河原環境の復元、流下能力の回復および樹林化した地形の減少を図るため、図5-2のように樹林化した砂州に一筋のパイロットチャンネルを掘り、洪水水を誘導しパイロットチャンネルの自然拡幅、流水の集中の緩和を期待する工法が試みられているが、チャンネル幅が小さいと洪水流の誘導効果が小さく効果が期待できないようである。大出水では流線の変形効果が小さく、チャンネルに土砂が堆積してしまう場合もある。チャンネル掘削前および掘削後の種々の洪水流量に対する流線および流速の平面変化を水理計算で評価し、地形の変化を予測する作業が必要である。

長期的に川幅が維持され、生きた河道（砂州の形成）とするためには、洪水流量の増大（貯水ダムの放流操作手続きの変更と放流設備の改良）と河床材料相当の粒径集団の土砂補給（土砂排砂技術の開発と設置）が必要である。

低水路幅を変えず平均河床高を $\Delta Z_m$ 低下させると、最深河床高の標高が同程度低下するので、河川構造物の基礎高設定および安全度の評価に反映させる必要がある。なお、河道掘削部は通常平坦化される。平坦化されると洪水時の流線が変わり、砂州の形成に伴う水衝部位置の変化が生じ河岸侵食災害となることがあり、水衝部位置の変化と洗掘深の評価が必要である。



掘削路の位置



掘削路の施工状況

図 5-2 パイロットチャンネルの掘削例（渡良瀬川）

## ②セグメント 2-1

セグメント 2-1 の低水路河道は自然河道であれば通常蛇行している。人為的に河道法線形を規制している場合でも緩やかに蛇行している場合が多い。流下能力あるいは河原面積を増加させるために、図 5-3 のように湾曲部の滑走斜面および湾曲内岸高水敷を掘削する計画（複々断面化）がなされる事例が多い。

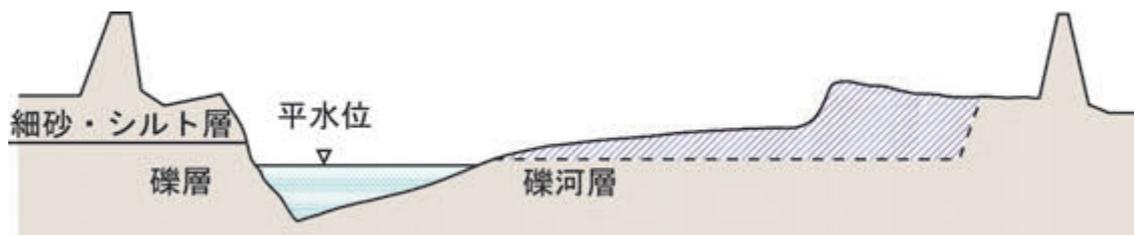


図 5-3 セグメント 2-1 の掘削イメージ

掘削による河積拡大は、洪水時に低水路に働く掃流力の減少であり、土砂の堆積を促す。掘削後の平均年最大流量時の河床に働く掃流力が掘削前の 1 割程度以下の減少に抑えたい。なお、内湾側の掘削高を平水時の水位に近いものとする、急激に掃流砂によるポイントバーの形成、さらに浮遊砂が堆積し（河畔堆積現象）、河岸の再形成（10～30 年程度）を促す。また、内岸側の砂州の掘削は、洪水時の流線の直線化であり深掘れ部の下流への移動となるので対応が必要である。

流下能力不足に対しては高水敷の植生管理（樹木の伐採）、平均年最大流量時水位以上の高水敷の掘削、低水路河道掘削（平均河床高の低下）をまずは考えてみるべきである。

流下能力が不足しており、かつ堤防の嵩上げや低水路の河床掘削が構造物の維持や軟岩の露出により難しい場合は、高水敷敷高を低下させるか、低水路河岸再生域を継続的に維持掘削する計画とする。

### 事例 川内川菱刈地区

川内川菱刈地区（九州河道管理研究会資料より）では、図 5-4 に示すように昭和 54（1989）年に捷水路工事が完成し、低水路の川幅が元の約 2 倍に広げられた。その後、洪水に伴い土砂堆積が進行し、低水路川幅が縮小した。過去の横断測量成果や、出水規模と河岸高上昇量の関係、航空写真からみた河岸の地被状況を整理した結果、以下のようなことがわかった。

- ・ 当初、平坦に近い形状であったが、時間の経過に伴い側岸に土砂が堆積し河岸が形成され、低水路幅が減少した。
- ・ 堆積部分は水路近傍が最も高く、水路から離れるに従って低くなる形状となっている。
- ・ 堆積部分の横断幅は、高水敷形成の初期の段階からほぼ一定である（一部側岸侵食により広がった箇所もあり）。
- ・ 堆積部分の河床高変化速度は、低水路部に比べ数倍早い。
- ・ 出水規模が大きいほど、河岸高の上昇速度は増加する傾向にある。
- ・ 河岸及び高水敷への堆積材料は細粒分であり、低水路河床材料に比べて明らかに小さい。
- ・ 堆積と同時に滞筋の河床低下が起きているところも見られる。

なお、平成 18（2006）年 7 月洪水の後、激特事業により菱刈地区では河道掘削が行われている。平成 18 年 3 月から平成 19 年 7 月の間に州の河床が大幅に下がっているのはそのためである。以上のような特徴を踏まえると、出水で浮遊している細粒分が植生域に入ってそこに沈降・堆積していると結論できる。

当面の河道管理の考え方は以下のようなものである。

植生による細粒土砂の捕捉により、とりわけ大規模な出水時には土砂が堆積するという当該地

区の特徴を踏まえ、以下の3項目のモニタリングを行い、治水安全度の確認を年度毎に（特に規模の大きな出水があった後）行うものとする。

さらに、以下の維持管理を実施する。

①植生域での土砂堆積を対象とした管理

河積の減少に伴い、流下能力が基準を下回らないようにする。

②滞筋部の河床低下を対象とした管理

河床洗掘により、堤防護岸の安全性に影響が生じないようにする。

③環境面での管理

貴重種であるチスジノリの生息が確認されていることから、チスジノリが好む浅瀬や早瀬、細粒土砂が少ない付着基質（礫、岩盤、ブロック等）といった物理環境の状況について大きな変化が起きていないか確認する。

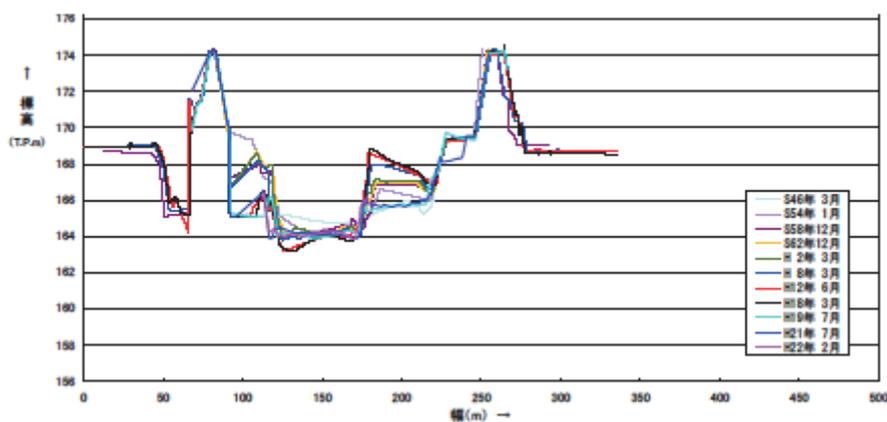


図 5-4 68. 4kにおける横断面の重ね合わせ

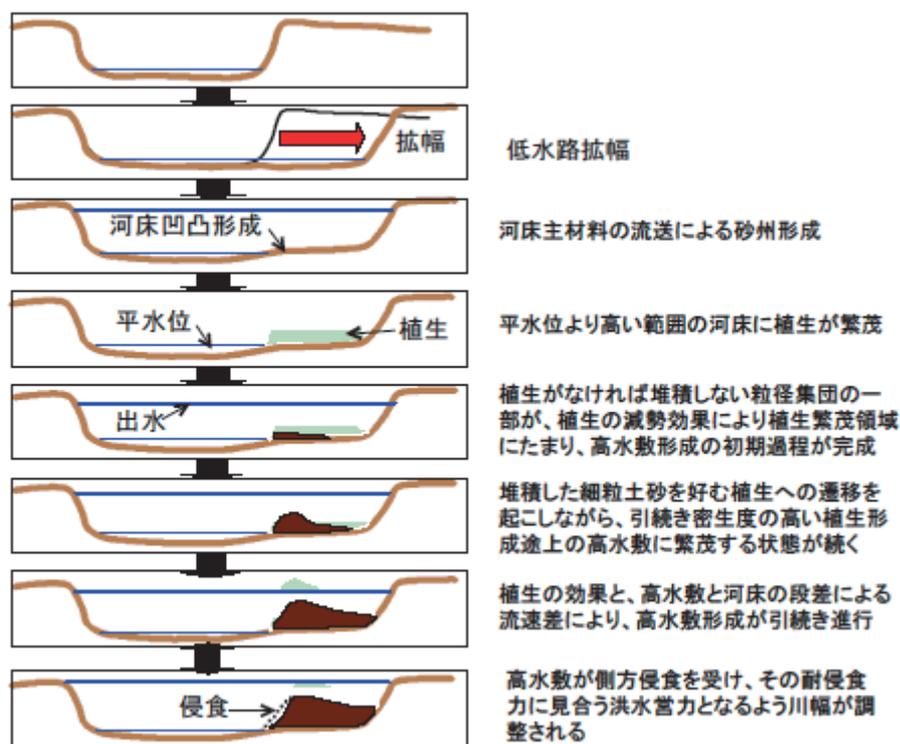


図 5-5 低水路拡幅後の変化過程（九州河川管理研究会資料）

### 事例 神流川

現在、神流川は地形形成外力である洪水流量が減少したこと等によって低水路幅が狭まり、多列砂州形状から複列的単列砂州形状に移行する過渡期にあると考える。

山本（2010）によると、沖積河川における川幅は、代表粒径が同じであれば、概ね平均年最大流量と河床勾配の積に比例する。河床勾配はほとんど変化しないことから、平均年最大流量が減少すれば、川幅も縮小することとなる。ところで、神流川の低水路幅は平均年最大流量の減少率以上に減少している。小礫・中礫集団の供給量の急減によりセグメント 1 の区間では大礫によりアーマ化され砂州の発生が抑えられ区間と大礫が表層を覆う区間が増加している。アーマ化傾向にあるため河床表層材料を全面的に移動させる洪水流量が従来より発生頻度の小さい洪水（平均年最大流量時の河床表層の代表粒径に対する無次元掃流力の減少となる）となったと推定される。なお 2007（平成 19）年洪水後（約 1,050m<sup>3</sup>/s の洪水流量）でも河道の大部分は、複列的単列砂州形態であった。これらのことより、以下のような樹林伐採を考慮した河道管理とした。

- ・川がなりたがる姿に誘導する。すなわち現状（平成 19 年洪水後）の神流川砂州形態である複列的単列砂州河道（一部中島による分岐水路あり）に誘導する。
- ・中州が残されている区間を複列的単列砂州河道に誘導する。すなわち、河岸侵食位置の予見性の向上を図る。

神流川には中州が残されている箇所があり、これが樹林化すると固定化され、さらに島状地形となる。神流川では平均年最大流量が減少していることから、中州をフラッシュするほどの流量（＝掃流力）が不足している。

しかしながら、9.8 km 以下の河道は、現在も小礫・中礫が移動している河川（2007 年出水で確

認されている) であることから、今後の河道管理の方針としては、複列的単列砂州が形成される程度の河道スケールとすることで分岐水路の発生を抑制する。

なお、複列的単列砂州河道においても水衝部が生じてしまうが、中州が存在する河道に比べて河岸侵食位置が予想しやすく河道管理が容易となるため、複列的単列砂州河道を目指すこととする。複列的単列砂州河道における水衝部対策としては、河岸防護ラインを基準とし、必要に応じて護岸・水制等により対応していくものとする。

### ③セグメント 2-2

河積不足のセグメント 2-2 の河道では、湿地性植生の生育基盤を造成するために、図 5-6 のように平水時水位より多少高い位置を掘削底面とした中水敷造成（複々断面化）を図る計画が為されることが多い。

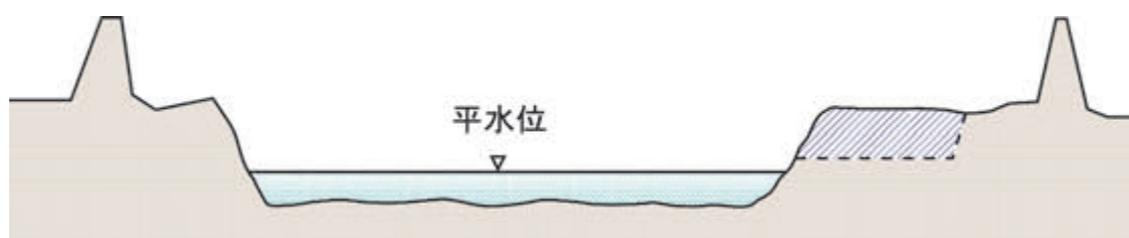


図 5-6 セグメント 2-2 の掘削イメージ

しかし、感潮域および堰等の湛水区間でなければ、中水敷に草本類がすぐに進入し、浮遊砂が河畔堆積するので、中水敷形状を維持することが難しい。事例によると 10～30 年後には自然堤防を伴う高水敷を形成し、再度の維持掘削が必要となる。

草本の侵入を避けるには、低水路河床面高位面を掘削面とし、低水路の幅の拡大を掘削前の 15%以下に抑えたい。さらなる河積増のためには、平均年最大流量水位程度より高い高水敷面の掘削、引堤、堤防嵩上げという選択肢があるが、現実には不可能の場合が多く、低水路河床を下げざるを得ない。その場合には護岸の補強が必要となる。

### ④セグメント 3

セグメント 3 の低水路拡幅部が海水面下にある場合は、植生が河岸付近に生育しにくく浮遊砂の堆積作用が弱く、拡幅川幅の縮小速度はセグメント 2-1 に比べ遅く 30 年程度は維持できそうである。ただし、掃流力の低下により河床上昇や河床材料の細粒化が生じる。河道河積維持のための浚渫計画を立案しておくべきである。

なお、細粒砂・シルトを河岸に持つ潮汐流河川（潮位変動が 3m 以上あり潮汐流により河道上流に細粒物質を運ぶ、ただし洪水により吐き出される）では、河積拡大後、再堆積速度が速く、河積維持が難しい。

河積不足に対して汽水域環境の保全の観点からどのような断面形状で掘削したらよいかについては、汽水域に生息・生育する汽水性動植物への影響を評価し、維持浚渫を含めて、策定されるべきである。

事例 利根川下流部の河道断面積の変化

図 5-7 に利根川 37～38 km および図 5-8 に 21～22 km の河積拡幅後の河道横断形状変化を示す(山本他, 2010)。37～38 km 区間は, 1960 年代, セグメント 2-2 の河道であったが川幅拡大により河床に働く掃流力が低下し, 中砂から細砂の河道に変わった区間である。掘削により水衝部位置の変化と掘削後に内湾側となった場所に河床上昇が見られるが, 川幅縮小は顕著なものではない。これは本区間が感潮域であり, また 18.5 km にある利根川河口堰により水位が規制され川幅一杯に水面が在り, 河岸付近低水路側に植生が生育せず浮遊砂の捕捉が大きくないためである。しかしながら内湾側の堆積速度が外湾側に比べて大きい, 低水路部分が水面高より高くなれば植生が侵入し, 陸域化速度が増加しよう。

21～22 km 区間は, 30 年間において河床上昇が生じているが川幅は縮小していない, 河道の曲がり小さいので, 横断形状は逆台形状となっている。

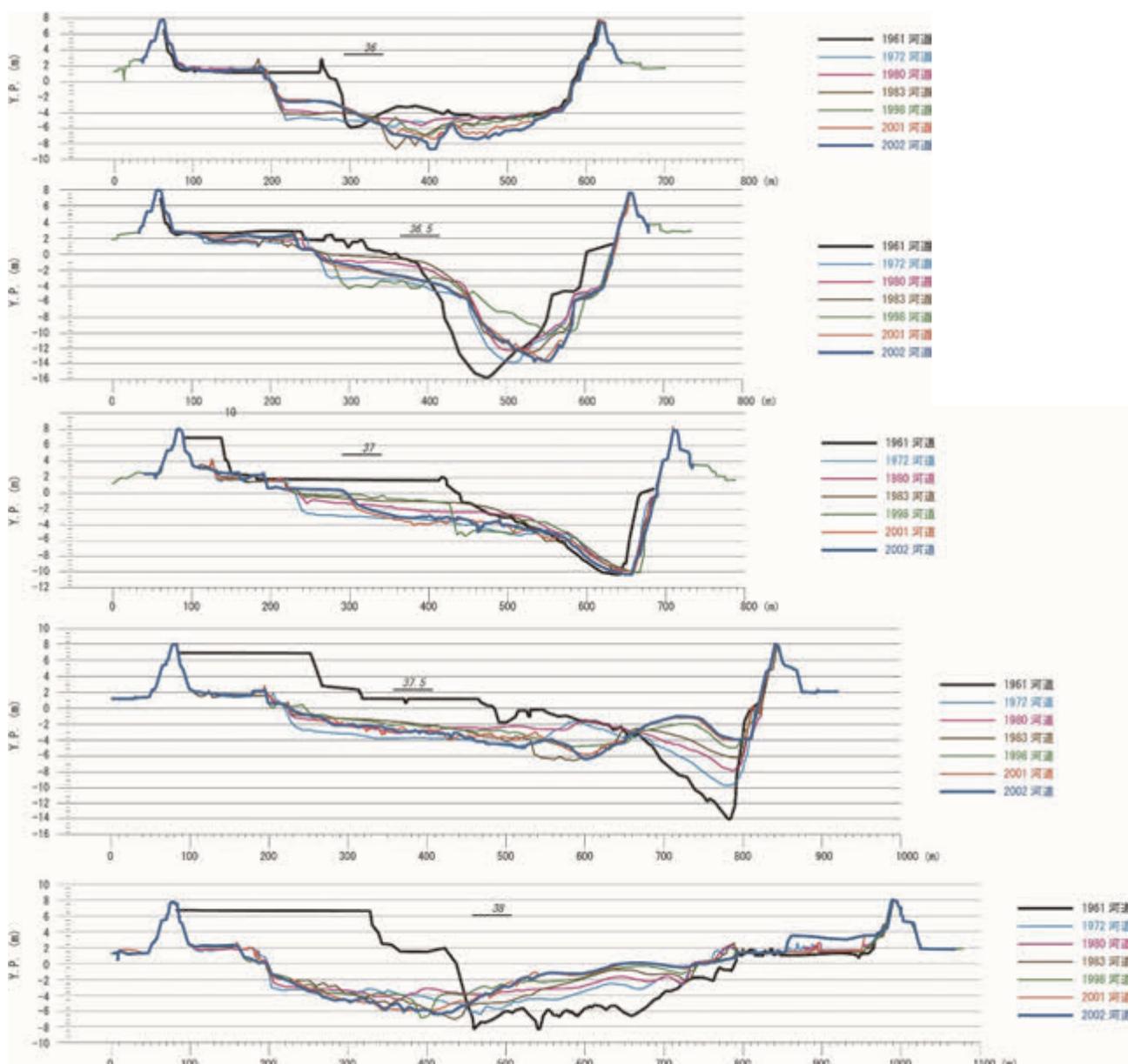


図 5-7 利根川下流における河床横断形の経年変化 (36.0km～38.0km)

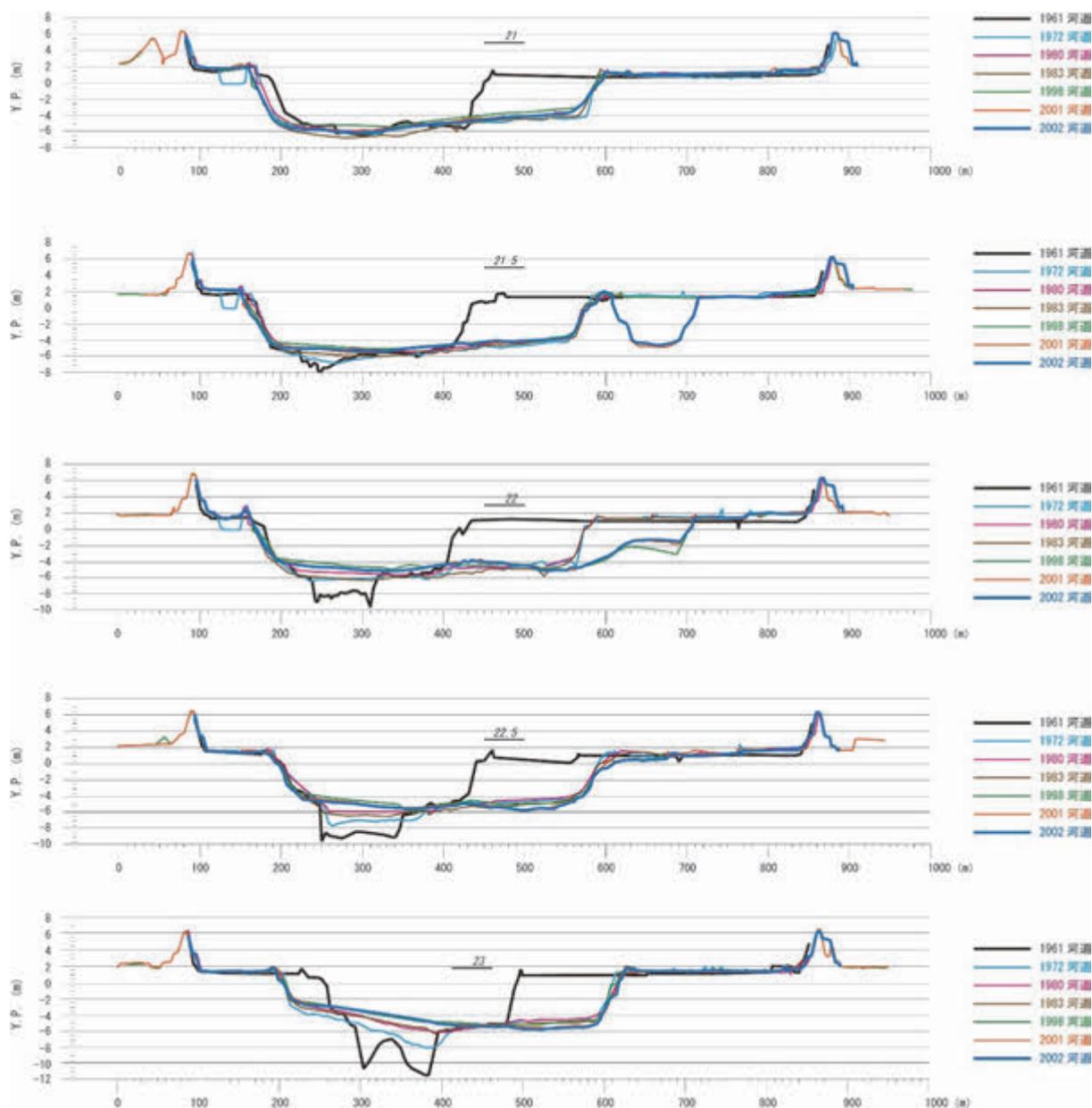


図 5-8 利根川下流における河床横断形の経年変化 (21.0km~23.0km)

**メモ 大洪水に異常堆積が予測される場合の対応**

天竜川上流河道では、昭和 36 年水害による支川から土砂供給による堆積、また狭窄部上流部で平均河床 1m オーダの河床上昇が生じた。釜無川では昭和 34 年洪水時扇状地下流端において 1.5m 程度の河床上昇が生じた。現在、山地部の砂防ダムの整備、ダム貯水池の築造により、このような大きな河床変動の生じる可能性が小さくなっているが、治水安全度の確保の観点から無視し得ない。

大洪水時に 0.5m オーダの河床上昇の実績のあった河道区間では、河床変動計算により河床上昇の予測を行い、河床上昇により維持管理水位をオーバーしそうであれば、何らかの対応措置を

執る必要がある。

河床上昇による管理用洪水水位をオーバーする水位分に相当する河床掘削を行い、その河床を維持管理する、あるいは管理用洪水流量を下げる等の対策が求められる。

### 5.3.2 維持掘削後の河道安定性の検討

維持掘削を行う場合、掘削後の河道の安定性、河積維持対策手法について検討しておかなければならない。

図 5-9 は、河道低水路の改変後（掘削、低水路幅縮小）の河道の応答を平均年最大流量時の低水路部に働く摩擦速度  $u_*^2$  の 2 乗と代表粒径の関係を示したものである。掘削後の  $u_*^2$  が掘削前の  $u_*^2$  と差異があると 10～20 年程度で平均的な  $u_*^2$  と代表粒径の関係に戻ることを示している。河道の改変はなるべく低水路に働く平均年最大流量時の  $u_*^2$  と代表粒径の関係を崩さない、低水路幅の拡大より低水路部分の掘削を行うことが維持管理上好ましいといえる。

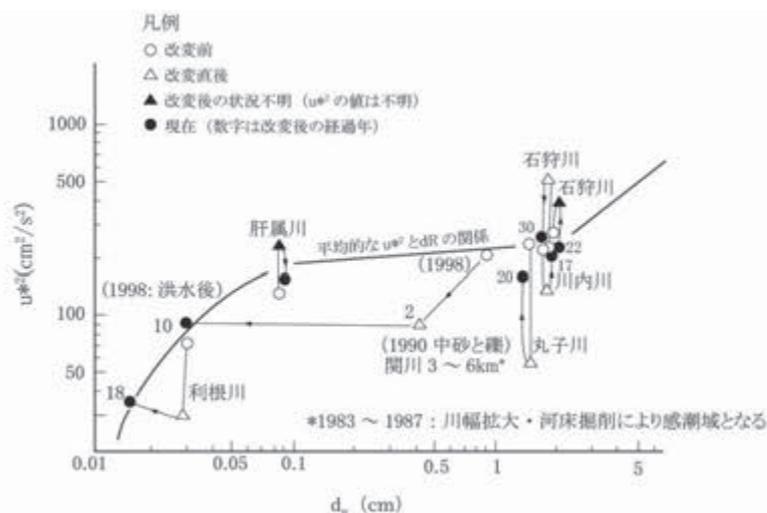


図 5-9 低水路川幅改変に伴う  $u_*^2$  の変化，河床材料の変化（山本，2010）

河道の横断形状，最深河床高の経年変化等を詳細に調べてみると，通常なら深掘れの発生する所であるにもかかわらず掘れていない所や予測されるより浅い深掘れの所，逆に深掘れの発達していないと考えられる地点で掘れている所を多々見ることができる。この原因は，河床に河床材料とは異なった土質，地質のものが露出したり，大きな礫が集中したりして深掘れが抑制されたり，逆に薄い粘性質の層が侵食され下層の砂層が露出し異常な深掘れを発生するためである。河床掘削にあたっては，河床材料がどのように変化するかを推測するとともに，下層の土質層序構造を把握しておく必要がある。

セグメントの接合部は勾配急変箇所にあたり，河床の上昇が生じやすい箇所である。そのような地点では，経年的に変化状況を把握しておく必要がある。なお下流セグメントの河床が低下していると，セグメント接合部の河床の上昇が見られず下流セグメントの上流への延伸が生じる。

河道縦断形の長期変化は，変化の動向を見ながら維持管理によって対処することが可能である

が、長期に亘りその変化が継続するという性格をもつ変化である。河床の低下を起こす縦断形変化は護岸、橋脚等の河道内構造物の維持管理、分流点・遊水地等流量コントロールを行う地点の機能維持にとって重要な問題である。河床の上昇を起こす縦断形変化は疎通能力維持の労力を大きくする。

- ・砂利河道（セグメント1，2-1）

流域状況の変化から過去より供給土砂量の減少している河川では、これに伴うセグメント上流での河床低下が考えられる。一方勾配が急減するセグメント下流端では河床上昇が考えられる。これらの変化は橋脚、護岸等の構造物維持と疎通能力確保の面で課題となる。また、砂利河道では砂河道にはないアーミング現象があり、この現象による河床の低下量の減少、または低下速度の減少等が期待される。河床の上昇、低下それぞれの最終的な量と変化速度を予測し、これを踏まえた河道縦断形の設定あるいは河道管理のあり方を検討する必要がある。

- ・砂河道（セグメント2-2）

砂利河道と同様、今後供給土砂量の減少が予測され、これに伴う河床縦断形変化、セグメント上流での河床低下が予測される。砂河川は河床材料の移動が砂利河川に比べて速くアーミング現象もほとんどないので縦断形の変化が早期に現れることが予想され、変化速度が速い場合には河道管理上対応が厳しくなることも考えられる。また、砂河川では河床下に難侵食層がある場合には、難侵食層が床止めの役割を果し河床の低下を防止することが期待される。砂河川の河道縦断形を予測し、河床高の設定、河床の管理の在り方を考える必要がある。

- ・デルタ河道（セグメント3）と砂河道の接合点

デルタ河道は一般的に土砂の堆積空間であり、特にセグメント2-2との接合点下流では掃流力の急減により堆積が起りやすい。したがってこの区間では疎通能力の長期的な確保が問題となる。セグメント2-2との接合点における堆積速度を予測し、この堆積を河道計画、河道管理上へ反映する方法について検討する必要がある。また掘削量が大きいとシルト・粘土が堆積し、河床材料が変化し底質環境が変化することがある。

### 5.3.3 流下能力不足区間の河道管理と植生管理の関係

流下能力不足区間における植生管理の基本と手法は、低水路域と高水敷域に分けて整理記述するものとする。

#### 1) 低水路域

河道計画においては、低水路には洪水時に植生が存在しないことが前提である。砂利川では草本類の生育が見られるが、洪水時には攪乱により植生が破壊されると考えられているのである。しかしながら、わが国の低水路と考えられてきた空間は、人為的要因により低水路の縮小や中島が植生の繁茂を伴いながら生じており、治水安全度の確保・河川生態系の保全の観点から除草・樹木の伐採を行わざるを得ない事例が増加している。

河道計画上は、与えられた自然的・人為的環境において河川自身がなりたがる低水路幅、高水敷の地被状態を設定して河道計画の修正を実施するのが維持管理上好ましいが、堤防の嵩上げ、

引き堤、河道掘削等を行わないと治水安全度を確保できず、現実的な計画とならないことが多い。したがって維持管理行為として低水路の掘削（拡幅）を含めて樹木伐採を実施するのが普通である。低水路の拡幅部は樹木の再繁茂期間を長期化するため、表土層（浮遊堆積物層）を含め低水路平均河床高程度まで掘削してしまうのが好ましい。

## 2) 高水敷域

高水敷の植生管理は、河川環境管理計画における河川空間管理計画のゾーンタイプ毎の植生景観のイメージに則り管理すべきであるが、流下能力不足区間では樹木の伐採、間伐を行わざるを得ないことが多い。どの程度の伐採、間伐が必要であるかの決定は水理計算結果により判断する。伐採あるいは間伐後は、植生の再生状況を監視し、流下能力不足が懸念されたら再伐採あるいは間伐を行う。なお、高水敷を公園等の利用空間とすると、植生繁茂を制御しえる。

## 5.4 河床低下に対する維持管理対策手法

### 5.4.1 河床低下の原因

河床低下には河道全体的な低下（平均河床高の低下）と局所的な低下がある。ここでは平均河床高の低下に対する維持管理対策について、また河床に粘性土や軟岩の露出した河道における河床低下に対する対策についても記すものとする。

河床低下が生じる原因としては、以下の場合が考えられる。

#### ①河床掘削および浚渫

流下能力増大のために意図的に河床高を低下させるものである。これにより、通常、平均河床高の低下量相当程度の最深河床の低下が生じる。

#### ②上流山地部における大貯水ダムの築造、砂防ダム群の設置、治山工事

これらは、沖積河川への土砂供給量を低減させ、河床低下の原因となる。

#### ③横断構造物による土砂捕捉

既存の頭首工・落差工上流の河床掘削は、横断構造物上流に堆積空間を生じさせ、下流への土砂補給量を減少させ、河床低下の原因となる。

#### ④護岸工事等ための仮締め切り工

これらを設置すると、出水時の洪水流向の変化や流水の集中により河床の洗掘が生じ既設構造物の被災の原因になることがある。

②、③の原因による河床低下はゆっくり進むものであり、その影響程度の予測が技術的に難しかったこともあり、河道計画に考慮され、河床低下に対する対処がなされている河川は少ない。ようやく、総合土砂管理の観点から対処が検討され始めた段階である（山本編著，2014）。

そもそも河床低下は流下能力の増大であり、河床低下による既存構造物の補強費用が安ければ河床低下を許容することになる。現状では、橋梁の被災や護岸水制の被災が生じ、その護岸・水制被災が堤防被災につながる恐れがある場合、横断構造物下流の護床工の被災が生じた場合に、後追的に河床低下対策が取られてきたというのが実状である。

河床低下による維持管理対策の必要性判断および維持管理対策の立案に当たっては、河床変化の予測が必要となる。これについては河川砂防技術基準調査編第6章を基本とする。

#### 5.4.2 平均河床高低下対策

河床低下対策が必要となるのは、

- ・鉄道橋、道路橋のピアの変形が生じ、あるいは恐れのある場合
- ・頭首工や取水堰の下流が低下し、護床工の被災が生じ、あるいは恐れのある場合
- ・河床低下により既設の護岸水制の被災が生じ、また恐れがあり、かつ河川堤防や重要横断構造物の被災につながると予想される場合

である。恐れのある場合とは、4.3.2のcランクの河道で5年以内に構造物の被災が生じる可能性の高い場合を標準とする。

具体的対策としては、①床止め・落差工、②土砂補給、③護床工の補強、④護岸・水制の補強、による。

##### (1) 床止め・落差工

橋梁橋脚の周辺の河床低下を防ぐため、橋梁部あるいは少し下流部に床止め工・落差工を設置し、河床侵食基準面として、その上流の河床低下を防ぐものである。

セグメント1およびセグメント2-1においては、床止め工下流の河床低下を防げない。これに対しては護床工の追加で対処する。

セグメント2-2では、床止め工が浮き上がるので、床止め工を橋脚部下流に設置し、橋脚周辺に侵食防止工を併設するのが好ましい。河床変動計算により床止め工天端の浮き上がり量を評価し、浮き上がりに対処できる構造形式あるいは前もって浮き上がりのある構造形式とする必要がある。

##### (2) 土砂補給

河床低下の原因となる上流部からの土砂供給減少に見合う、土砂補給を行うものである。総合土砂管理的視点が必要であり、技術開発途上にある（山本編著，2014）。

##### (3) 護床工の補強

既存の落差工、固定堰については、下流の河床低下により下流側の水位が低下するので堰に働く流体力が増加する。構造物の設計条件が変化するので、安全性の照査を行い必要な補強を行うものとする。

下流護床工の設置高、護床工長さ、構造形式、側方侵食に対する対策工、魚道を設計する。この場合、設計条件である護床工の耐用年内での下流の河床低下量を予測するものとする。

##### (4) 護岸・水制の補強

既存の護岸・水制については、今後、30年程度の河床低下量予測に基づいて、根固め工の補強、根接ぎ工を実施するものとする。

### 5.4.3 局所洗掘軽減対策

水衝部の局所洗掘深を軽減するための対策は、

- ①低水路平面形状の変更(湾曲度の減少)による流れの集中の緩和
- ②水衝部対岸あるいは中州河岸の堆積部の掘削・樹木の伐採を基本とする。

上記の対策を実施すると、水衝部位置の移動(通常下流に移動)、当該地点および下流の砂州形状の変化が生じるので、その対応についても検討し対策を検討しなければならない。なお、水衝部対岸あるいは中州河岸の堆積部の掘削は、その後、掘削部の堆積が生じるので維持管理面からの対応方針を定めておくものとする。

通常、局所洗掘対策は河岸侵食対策工の設置を伴う。

### 5.4.4 粘性土・軟岩露出区間の河道の維持管理対策

#### (1) 現在および近い将来 粘性土・軟岩が露出する河川の河床低下対策の流れ

粘性土・軟岩が露出し、あるいは露出が予想される河道区間がある場合、河床低下の予測を行うものとする。

検討の流れは以下のようなものである。

#### ①検討対象河川の河道・環境特性を整理する。

整理法は、文献(山本他, 2007; 山本他, 2009)を参考にする。

#### ②軟岩および粘性土が露出し、あるいは露出が予想される場合、河床変動速度・低下量の評価のため以下の整理を行うものとする。

- ・最深河床高, 平均河床高, 河道横断形状の変化を調べる。
- ・変化を生じさせる要因(砂州の変化, 河床掘削, 山地部のダム等における土砂堆積, 横断構造物)の抽出とそれに関する情報の整理を行う。
- ・地層層序図を作成あるいは修正する。海成, 河成・沼成の層序構造を明らかにする。地層の堆積時代(完新世, 洪積世, 新第三紀等)を堆積過程の地史を基に判定する。粘性土・腐植土は層厚が薄いことがあり, その層下の土質が的確に把握されているかチェックする。
- ・粘性土・軟岩露出区間および30年以内に露出しそうな区間を推定する。推定法は下記メモ文献を参照する。
- ・粘性土・軟岩露出河道の河道変化形態と変動速度の実態分析を行う。

粘性土・軟岩露出河道に働く洪水時の掃流力に対して、粘性土・軟岩の侵食速度を評価・推定し、分類を行う(難侵食層, 弱侵食層, 中侵食層, 強侵食層の4タイプ)。表5-1は、セグメント別に岩質ごとの想定されるタイプを示したものである。

地層・岩質ごとにその物理特性を推察する。すなわち侵食形態, 侵食耐力を評価する。評価法は、表5-1を参照する。必要に応じて物性を調査する。なお表5-2は侵食層の分類基準を示したものである。

表 5-1 地質およびセグメントによる侵食特性に関する1次判断の目安

セグメント区分	地質年代・岩質	耐侵食区分
セグメント1	上部・中部更新統： 河成堆積物 火砕流堆積物 岩砕流れ堆積物	中侵食層 溶結度により区分が変化、圧縮強度 200kgf/cm <sup>2</sup> 以上難侵食層 弱・中侵食層
	下部更新統・鮮新統： 河・海・湖沼成堆積物 火砕流堆積物 岩砕流れ堆積物	弱侵食層あるいは中侵食層 溶結度により区分が変化、圧縮強度 200kgf/cm <sup>2</sup> 以上難侵食層 弱・中侵食層
	新第三系（中新統）：海・河・湖沼成堆積岩	弱侵食層 ※スレーキングする泥岩（水中で 3m/s 程度、水際には溶ける、小片化）
	古第三系：堆積岩、火成岩、変成岩	難侵食層あるいは弱侵食層
	中・古生界：堆積岩、火成岩、変成岩	難侵食層
	溶岩岩脈	通常難侵食層、ただし岩脈が薄いと節理がブロックとなり転動することがある
	風化岩（マサ等）、破碎岩、変質岩	弱・中侵食層
セグメント2-1	沖積層	中侵食層
	上部・中部更新統：海・河・沼成堆積物	中侵食層
	下部更新統・鮮新統：海・河・湖沼堆積岩	弱侵食層（岩質によって異なる） 溶結凝灰岩＝難侵食層 シルト岩＝弱侵食層および中侵食層 礫岩＝弱侵食層
	新第三系：海・河・湖沼成堆積岩、火成岩	弱侵食層
	古第三系：海・河成・湖沼堆積岩、火成岩、変成岩	弱侵食層
	中・古生界：堆積岩、火成岩、変成岩	難侵食層
	溶岩岩脈	通常難侵食層、ただし岩脈が薄いと節理がブロックとなり転動することがある
	風化岩（風化花崗岩）、破碎岩、変質岩	中（弱）侵食層
セグメント2-2	シラス層（九州南部） 溶結部	中侵食層あるいは強侵食層 弱・中侵食層
	完新統：粘性土	中侵食層（V <sub>c</sub> =2~3m/s）、弱侵食層（V <sub>c</sub> =3~4m/s）
	完新統：泥炭	中侵食層あるいは強侵食層
	上・中部更新統：海・河・湖沼成堆積物	中侵食層（V <sub>c</sub> =2~3m/s）、弱侵食層（V <sub>c</sub> =3~4m/s）
	下部更新統・鮮新統：海・河・湖沼成堆積岩	難侵食層
セグメント2-2	新第三系、堆積岩、火成岩	難侵食層
	古第三系	難侵食層
セグメント3	海成・汽水成沖積粘性土	堆積後 500 年以上経過したものは難侵食層 橋脚周り、構造物周りは弱侵食層
	泥炭	中侵食層
	上・中部更新統	難侵食層
	下部更新統・鮮新統、堆積岩	難侵食層
	新第三系、堆積岩、火成岩	難侵食層
古第三系、堆積岩、火成岩	難侵食層	

表 5-2 侵食層の定義

難侵食層	年侵食速度（下刻速度）が0.2cm/年（1000年で2m）以下、あるいは大洪水という一イベントによる侵食量が10cm以下である岩層
弱侵食層	年侵食速度が0.2～2cm/年、あるいは大洪水という一イベントによる侵食量が10～50cmである岩層
中侵食層	年侵食速度が2～50cm/年、あるいは大洪水という一イベントによる侵食量が50～200cmである土層・岩層
強侵食層	年侵食速度が500mm/年、あるいは大洪水という一イベントによる侵食量が200cm以上である土層・岩層

- ③河道の変化とその変化要因との関係について分析を行う。ここでは粘性土・軟岩露出部を含めた河道全体について30年後、100年後の河道状態を定性的に評価する。
- ④生じるであろう問題点（治水、利水、環境）を予測し、対処手段（河床変化監視のみ、床止め、落差工、床固め、護岸根継ぎ、構造物等の根継ぎ、河床材料の置き換え、土砂供給、魚道の設置、土砂補給、等々）を検討する。
- ⑤必要に応じて河床変動計算により対処工法の持続時間や効果について評価する。
- ⑥対処工案を含む複数の河道計画案を作成し、コスト、持続性、安全性、生態環境、景観の評価を行う。
- ⑦専門家および流域住民等の意見を聴取し修正する。

#### メモ 粘性土・軟岩の侵食特性に関する参考資料

次の資料が参考となる。

- ・財団法人河川環境管理財団（2010）河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術，河川環境総合研究所資料 第29号

## (2) 粘性土・軟岩露出区間の河道維持管理対策方針の決定

粘性土および軟岩が河床に露出した（する）区間が存在し、それにより治水・利水・環境という河川機能の障害が生じると予想される場合は、河道変化の抑制、環境の質の改善を図るための対応方針を検討するものとする。

対策方針は以下のようである。

### ①粘性土および軟岩が難侵食層

通常、河道監視のみで済ませる。ただし、次のような場合には必要な対応を検討する。

- i) 河床に礫が無い軟岩露出河床区間が長くなり、瀬・淵の消滅、産卵床の消滅など河川生態環境が悪化
  - ・対処法 礫床化工法の採用，人為的な瀬淵の造成，
- ii) 従前礫床であった区間が河床低下により難侵食層が露出し、そこが侵食基準面となり滝状地形が形成され、下流の河床低下が進行
  - ・対処工 難侵食層下流に護床工を設置，護岸の根継ぎ，人為的土砂供給，魚道の設置

## ②粘性土および軟岩が弱難侵食層

通常、河道監視により河道変化を把握し、問題に応じて対処方針を決定する。

- i) 山間谷底低地で河床が低下しても人間にとって害的側面がないなら、当面、放置し、河道の監視を行う。弱侵食層の層厚、その下層の地層・地質を調査し、露出河床が全体的に低下するのか、一部が溝状に侵食しているか判断し、監視結果によって侵食速度を評価し、今後の河道変化を予測する。それにより何らかの対応が必要であるか判断する。害的側面があるならば、対処方針を検討する。

・対処工 床止め、落差工、河床被覆工、再礫床化工法

- ii) 従前礫床であった区間が河床低下により弱難侵食層が露出し、そこが侵食基準面となり滝状地形が形成され、上流へ滝状地形が移動しているならば、対処方針を検討する。

・対処法 落差工+護床工

## ③粘性土および軟岩が中侵食層

通常、河道が洪水時に急変するので、早急に対処方針を決定する（災害復旧工事となる場合が多い）。

- i) 中侵食層が薄い場合は河道監視し、その後の様子を見る。

中侵食層下部に砂層が存在する場合、粘性土が侵食により破壊されると急激な局所洗掘が生じる恐れがある。その場合の対処工を早急に決定しておく。

厚さがある程度あるが、治水施設、利水施設に障害が生じるおそれのある場合には、対応方針検討する。

・対処工法 流路工、落差工+護床工、河床被覆工

## ④強侵食層

直ちに技術的対応方針を決め対応をとる。

**(3) 粘性土・軟岩露出区間の河床低下に対する維持管理対策**

河床および河岸の侵食による河川管理施設・許可工作物の被災回避、環境の質の劣化に対する対処対策は、①床止め工・落差工、②再礫床化、③河床被覆工、④既存横断構造物護床工の増設と構造物の補強、⑤護岸の補強・改築、⑥橋梁保護、による。

**1) 床止め・落差工****(A) セグメント1 および 2-1 の場合**

## ①強・中侵食層

強・中侵食層の露出により河床が溝状に侵食低下した場合、地層の層序構造を把握し、河道横断形状の変化より今後の侵食量を予想する。強・中侵食層が薄く、その下層が難・弱侵食層の場合、治水・利水上の問題がなければ様子を見る。治水利水上の障害が発生しそうであれば対応措

置をとる。

床止め工で河床低下を防止できるか判断する。単に床止め工により侵食基準面を固定しても、その固定の影響範囲は短く床止め工は浮き上がってしまう。河床に礫が堆積できるよう天端高を河床から浮かし、床止めに落差をつけて河床勾配の緩和措置を図る。さらに河床を覆う礫の投入、護床工が必要となる。ここで問題となるのが、床止めによりそこで土砂の流下が途切れ、床止め下流の侵食が進むことである。一連区間の流路工化が必要となることがある。

溝状に河床が差別侵食され、その溝が上流に遡上するのを阻止するために床止め工・落差工を設置する場合は、床止め工・落差工、護床工により溝状地形に流水が集中しない形状とし、今後の下流側の侵食量を評価し、下流側の護床工の設置高や敷設長を設計する。上流側は、溝状地形が遡上しないように床止め工・落差工の天端高、護床工の設計を行う。

#### ②弱侵食層

河床変化を監視し、治水利水上の障害が生じると予想されたら、対応措置をとる。河床に礫が堆積できるよう天端高を河床から浮かし、礫の堆積を待つ、あるいは礫の投入を行う。ただし床止め工による土砂堆積区間は短く、床止め工下流の露岩域長を拡大させることもある。床止め工の間隔を短くし、その間に補助的に礫（C集団）の投入を実施せざるを得ないであろう。

床止め工により河床低下を防ぐより、現実を認め、護岸の補強、利水施設位置や改良も考えるべきである。

### (B) セグメント 2-2 および 3 の場合

#### ①強・中侵食層

地層の層序構造を把握し、今後の侵食量を予想する。強・中侵食層が薄く、その下層が難・弱侵食層の場合、治水利水上の問題がなければ様子を見る。治水利水上の障害が発生しそうであれば対応措置をとる。

床止め工で河床低下を防止できるかを判断する。通常、床止め工設置箇所直上流を除けば、河床低下を防止するのは困難である。侵食を防ぐには床止め工の天端高を河床から浮かし、上流の流速を強・中侵食層破壊限界流速以下にすることが必要であるが、実際上不可能であることが多い。床止め工によるよりも、護岸の補強、利水施設の補強を図る方が現実的である。橋脚の保護については 6) 参照。

#### ②弱侵食層

通常は河道監視区間とし様子を見る。

## 2) 再礫床化

軟岩河床を魚が棲めるような環境に再生させるため、礫床化を図る工法である。上流から流下する礫をいかに捕捉し、そこに留められるように設計することが肝要である。

#### ①帯工・水制工による礫の堆積促進

岩床化した河床を礫床化するため帯工と水制を用いるものである。礫が堆積するのは、帯工、水制工の突起により礫が停滞するものであるが、突起の高さが礫径程度であれば大洪水時には移動してしまう。突起の高さが礫径の数倍あっても突起前面に礫が堆積してしまえば、実質的に突起が小さくなり移動しよう。移動しないようにするのは突起の間隔を短くする、あるいは人為的

にC集団礫以上の礫を敷き詰めてしまうなどの工夫が必要である。

### 事例 北海道，真駒内川の帯工と水制

北海道，真駒内川では，岩床化した河床（新第三系と推察）を礫床化するため帯工と水制工を図 5-10 のように設置し，帯工，水制工間に礫を堆積させる工法を実施した．実験区 2 においては，3 年後，岩盤床が 68% 占めていたものが，29% に減少した（NIKKEI CONSTRUCTION, 2009）．

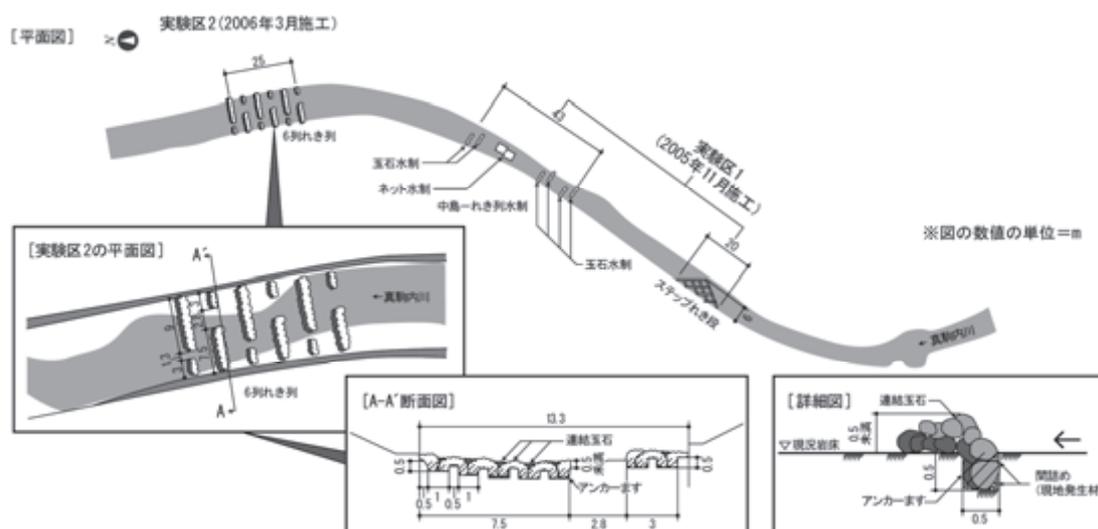


図 5-10 真駒内川における帯工と水制工の配置と形状

#### メモ 床止め工・落差工に関する参考資料

「床止めの構造設計手引き」（財）国土開発技術研究センター編，山海堂（1998）を参照し，粘性土・軟岩の侵食対策の目的に合わせて改編する．なお同書 p. 46-48 は落差工天端高が河床からほとんど突出しない急流河川を対象とした設計なので，セグメント 2 での設計に当たっては，落差工突出部に働く動圧を考慮する．また護床工の設計に当たっては，「護岸・水制の計画・設計」（山本晃一編著，2003）が参考となる．

#### ②上流からの土砂補給

岩床化した河道上流から岩床河道に堆積する材料を含む土砂を補給して礫床化を図る方法である．補給材料が入手可能なら好ましい．補給土砂の粒径集団の代表粒径に対する配慮が必要である（以前に存在した当該箇所のC集団より大きめとする）．当初補給土砂量は最低でも，礫床面積 $\times 2 \times C$ 集団径直径 $\div$ 補給土砂量に占めるC集団の割合が必要であろう．

粘性土・軟岩の露出は，流水による土砂の侵食・運搬・堆積と人間が河川・流域に働きかける意識的・無意識的活動の現れである．粘性土・軟岩の露出による害的側面の解消・緩和に当たっては，流域全体を見据えた流域管理・河川管理の観点からの意識的人間活動（計画・規制，構造物の建設と維持管理）を適切・合理的なものとしていくことが好ましい．

本来，これは河川整備基本方針，河川整備計画の段階で，粘性土・軟岩の露出による害的側面

が現れないように、また現れていれば解消・緩和できるように検討するべきものである（山本他，2014）。

山間部からの流出土砂量は、山地の樹林地の増加、治山・砂防施設の増加、大ダムの増加により戦前に比べて減少している。これにより大ダムに近い下流河床材料のアーマ化等の現象、海岸侵食の一要因となっている。

砂防ダムは、専ら土砂の流出を減少させる目的で設置されてきたが、下流への土砂供給を確保するため、スリットダムなどの透過型ダムが設置された。これは、土石流や確率頻度の低い多量な土砂流出時に土砂の流出を抑制し、通常の出水時には土砂を流下させるような機能を持つものである。

貯水ダムは電源開発、水資源開発、治水対策のために山間地に設置されてきた。ダムにおける堆砂はダムの機能の損失であり、土砂の排除技術の開発は大きな課題であった。土砂の排除の方法として以下の方法が考えられている（角；2003，柏井；2004，中川；2004）。

- a 土砂排砂ゲート・門
- b 掘削・浚渫材料のダム下流へ移動
- c 土砂バイパス
- d 土砂フラッシング(水位低下による排砂)
- e サイフォンを利用した排砂

ダム高の低い電力ダムでは a の対応、治水容量の大きなダムでは d の対応、細粒分放出のためには c の対応がなされている。なお、b、c においてはダム湖上流端に貯砂ダムを設置し、粗粒材料をトラップし、排出の効率化を図ることがなされつつある。e は技術的検討がなされている。

また利水専用ダムと治水専用ダムの分離による土砂流送の連続性の確保なども改善の手段となりえよう（角他，2004）。

河川域における土砂管理については、河道掘削を河川環境管理および水系土砂管理の観点から最適なものとすることが肝要であるが、

- a 堰・頭首工の可動堰化
- b 土砂置き

などによって礫床化を図れる可能性がある。

#### メモ 貯水池の土砂管理

最近、Reservoir Sedimentation Hand Book :Design and Management of Dams, Reservoir and Watersheds for Sustainable Use by Gregory L. Morris and Jiahua Fan, The McGraw-Hill Companies が、監修：角哲也，岡野眞久，監訳：Reservoir Sedimentation 研究会 により和訳され「貯水池土砂管理ハンドブック 流域対策・流砂技術・下流河川環境」（技法堂出版，2010）として出版された。

ダムにかかわる土砂技術（排砂技術等）が総合的に紹介された。ダムからの土砂排砂を考える場合に役立つ情報に満ちている。

### 3) 河床被覆工

以下の工法がある。

山地小河川：流路工と併用した河床保護工（ブロック張り等）、捨石工

砂川：粗朶沈床工，捨石工法，マット工法

#### メモ 捨石河床被覆工の設計

設計は捨石が流下しない粒径を評価し，捨石材料の平均粒径が設計粒径より大きくなる材料を投入敷き均す。流下しない粒径の算定は，山本他（2003）を参考にして評価すると良い。

なお河床被覆工としての捨石工は護岸・根固め工ほどの安全性を確保する必要の無いこと，河床を覆うことにより単体とはなりにくいことより，捨石の総合安全係数 $\gamma_1$ は1/1.2程度としてもよいと考える。斜面勾配も10°程度でよいと考える。ただし河床を2平均粒径以上覆うこと（河床は平坦でないので，当然それ以上の投入量が必要である）。

河床がほぼ水平なら，設計流量（計画高水流量あるいは整備計画流量）時の一次元の不等流計算により評価された $u_{m*}^2$ （河床に働く摩擦速度の2乗）に最深河床部水深/平均水深を乗じた値 $u_{M*}^2$ から，次式を用いて捨石材料の粒径 $d_m$ を評価すればよい。ただし，長さの単位はcm，摩擦速度の単位はcm/sである。

$$d_m > 1/46 \cdot u_{m*}^2$$

中砂の河川では百年確率洪水時の $u_{m*}^2$ が平均年最大流量の2倍程度であるので300~400cm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>程度と推定され，移動限界粒径は $d_{mc} > 6.5 \sim 8.7$ cmとなる。安全性を考えると10~20cm程度の捨石径となろう。

なお，被覆工は河床低下の防止に役立つが，瀬や淵を伴う砂州の形成をねらうものではない。従前の河床環境を回復するのは，総合土砂管理計画に基づく土砂補給が必要である。

### 4) 既存横断構造物護床工の増設と構造物の補強

護床工として以下の工法がある。

礫川：沈床工，ブロック層積み・乱積み，補助落差工

砂川：粗朶沈床工，ブロック層積み・乱積み

既存の落差工，固定堰については，下流の軟岩河床の低下により下流側の水位が低下するので，堰に働く流体力が増加する。構造物の設計条件が変化するので，安全性の照査を行い必要な補強を行う。

下流護床工の設置高，護床工長さ，構造形式，側方侵食に対する対策工，魚道を設計する。この場合，設計条件である護床工の耐用年内での下流の軟岩河床の低下量を予測する。

### 5) 護岸の補強・改築

護岸の計画・設計は，以下の点に注意する。

①難侵食層

- ・ 河岸に岩が露出しているのなら護岸を設置しない。
- ・ 河床に岩が露出するが、河岸は沖積土で側方侵食により堤防防護ラインに河岸が達すると予想される場合は、護岸を設置する。護岸基礎をコンクリートで岩着させる。

#### ②弱難侵食層

- ・ 河床低下速度に応じて護岸の根継ぎ、根固め工の補強を行う。更新統の礫岩が存在し、それが弱侵食層である場合は、将来の平均河床高の低下量と低下速度を評価し、更新統礫層まで掘り込み、根固め工を配置するかどうか評価する。根固め工設置のため弱侵食層を掘削する場合は、掘削穴と根固め工の間は捨てコンクリートを打設あるいは捨石で保護する（掘削穴を存置させると、そこを流水、流砂（礫）が走り、洗掘を助長する）。根固め工の幅は、根固め工前面が一洪水で大きく洗掘される恐れがないので 2m程度でよい。設置後は侵食量を監視し、必要に応じて根固め工の補強を行えばよい。
- ・ 護岸前面がスレーキングする軟岩である場合は、軟岩を濁水位以下 0.5m程度掘り込み、根固め工として現場打ちのコンクリートあるいはブロックを平積みとする。

#### ③中侵食層

- ・ セグメント 1 および 2-1 においては、護岸根継ぎ・根固め工の補強では治水安全度の確保が担保できない場合は、落差工、護床工などを検討する。  
河床低下が生じても問題が生じないなら、落ち着くまで様子を見る。
- ・ セグメント 2-2 においては、矢板護岸の補強、根固めブロック・捨石の投入を行う。  
河岸低下が生じても低水路の中で溝状に低下し河岸付近に影響が及ばないようであれば、様子を見て変動が落ち着いてから対処する。河岸が侵食しても堤防防護ラインを超えないようなら様子を見て監視を続ける。

### 6) 橋梁保護

N値が大きく地耐力がある軟岩が侵食され、落橋した事例がある。橋脚および橋台の基礎高・基礎形式、土質・地質層序構造（N値等参照）より、河床低下により被災の恐れがあるか土質・地質特性より判断し、対処工法を立案する。なお河床付近の橋脚周辺の流速は、橋脚回りの洗掘がないと、接近流速の 1.8 倍程度となること、移動床であれば、橋脚幅程度以上の洗掘深となることに対する注意が必要である（須賀他, 1982 ; 宇多他, 1993）。

対処工法としては、直下流に床止め工の設置、根固めブロックの設置、橋脚・橋台の根継ぎ、などがある。

通常、床止め工（護床工）を設置することが多い。侵食が橋脚付近まで進んでいる場合は、侵食部の埋め立てと河床保護工が必要となる。

### 7) 露岩化による害的側面を生じさせないための配慮

#### ①捷水路

捷水路区間の土層構造を把握する。捷水路区間の掃流力と捷水路の上・下流区間の掃流力を評価して、捷水路区間の河床低下量を把握し、そこに現れる土層の耐侵食力との対比により、害的側面が大きければ捷水路形状（幅、勾配等）の再設定を行う。

## ②河床掘削，河床玉石の利用

河床表層材料がアーマ層材料であるか判断し，アーマ化層であれば河床掘削や玉石の採取を行わない。

**(4) 粘性土・軟岩露出区間の側刻に対する対処手法**

河道が段丘崖や山脚に沿って流れている区間は，側刻による崖崩壊，崖侵食の可能性がある。

側刻に対する対処の必要性については，以下のように判断するものとする。

**1) 無堤部**

- ・無対応：河岸が難侵食層であり河岸上部に平坦面がない。
- ・監視する：河岸が難侵食層であり河岸上部に平坦面があり，利用施設がある。  
河岸が弱侵食層であり河岸上部に平坦面がない。在っても未利用地である。
- ・河岸侵食防護工を設置する：河岸が中侵食層であり河岸上部平坦面があり，公共財が在る。  
費用の負担を調整する。民有地であれば利用施設の移設，利用形態の変更を指導・誘導か，河岸侵食防護工を設置する。

**2) 有堤部**

- ・監視する：河岸が難侵食層であり，軟岩層の上部に護岸工などがあり侵食の恐れがない。  
河岸が弱侵食層あるいは中侵食層であるが，堤防と河岸の距離が1洪水の侵食幅より大きい。
- ・河岸侵食防護工を設置する：河岸が中侵食層であり，堤防と河岸の距離が1洪水の侵食幅より小さい。

側刻による崖や河岸の侵食に対しては，沖積河川での護岸・水制の計画・設計法（山本他，2003）を参考とする。ただし以下の点に注意する。

**①基礎工・根固め工**

予想深掘れ標高が基岩標高に達する場合は，護岸・水制の基礎工の設置高は，軟岩の侵食耐力および予測洗掘深を考慮して，経済的になるように設置高および基礎工保護工を設計する。

難侵食層であれば岩盤を少し切り込み基礎を据える。切り込んだ岩盤と基礎工の隙間はコンクリートで充填する。

弱侵食層であれば岩盤を切り込み基礎を据える。切り込んだ岩盤と基礎工の隙間はコンクリートあるいは移動しない大きさの捨石で充填する。さらに根固め工を護岸前面に設置する。

中侵食層であれば，河床低下量を評価し，評価量に応じて護岸形式を選定する。河床低下速度が大きいと判断されるときは，河床低下対策を合わせて護岸形式を設計する。

**②景観設計**

河道が崖線に沿っている場合，その区間は景観が優れていることが多い。景観の質を損なわない設計，デザインとする（⇒除石工，捨石工，水制工）。

**③生態系への配慮**

水生生物の生息や景観を考慮して，空隙が多く，また水際部に植生が繁茂し易い工法とする（⇒

除石工，捨石工，水制工）。

## 5.5 河岸の維持管理対策手法

### 5.5.1 河道計画における河岸侵食対策の考え方

堤防及び低水路河岸防護工法の必要性は，堤防防護ライン，低水路河岸管理ライン，現低水路河岸ラインおよび河岸侵食速度に基づいて，河岸侵食防護の必要性および設置時期を設定するものとする。

#### (1) 堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインの概念

堤防および低水路河岸防護の必要性の判断は，本来河道計画の段階で行われる。この判断の論理は，当然，護岸・水制工の設計・維持管理に当たっても同じものとなるべきものである。

河道計画においては，堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインという概念が導入された（財団法人国土技術研究センター編，2002）。

堤防防護ラインは，洪水時の河岸侵食によって生ずる堤防の破壊を防止するために必要なラインであり，主に治水目的のために設定するラインである。したがってこのラインは，全川に亘って設定される。

この堤防防護ラインは，従来の計画低水路法線のように「計画」として，そのラインに低水路を固定するという積極的な意味を持つものでなく，低水路の移動により，このラインが侵食により犯された場合，あるいは犯される恐れが生じた場合に，防護のための措置が必要となるという消極的な意味を持つものである。いわば「計画」ではなく「管理」の目安となるものである。

すなわち，エコシステムとしての河川を生かす，あるいは回復するために，河川自身が作り出す河川形態とそれと密接な関係性を持つ生態系を，両ラインのなかで自由に形成させようという意図のもとにこの概念が導入されたのである。もちろん河川は人間が働きかけた歴史化された自然であり，種々の制約のなかで，河道形状をコントロールされてきた。これからも同様，種々の制約条件下にある河道は，人間が考える許容範囲内でしか自由を与えられないが，できるだけ河川のダイナミズムを取り戻そうというのである。

低水路河岸管理ラインとは，河道内において治水，利水，環境等の面から期待される機能を確保するために措置（河岸侵食防止工）を講ずる必要がある区間を示すものであり，高水敷利用や河岸侵食に対する堤防防護の観点から，低水路を安定化させることを目的に設定するものである。

#### (2) 堤防防護の観点から見た堤防防護ライン

堤防防護ラインとは，侵食・洗掘に対する堤防の安全性確保のため，河岸侵食が直接堤防侵食に繋がらないのに必要な高水敷幅を確保するものである。（堤防漏水対策として高水敷をブランケットと位置付けている場合，また地震による堤防の損傷対策として位置付けている場合は，これに必要な幅も確保する）。この幅の確保が，治水面からの必要河積の確保，河川環境（生態，景観等）の面から不可能な場合は，護岸・水制等による侵食対策を確実なものとし，さらに堤防の補強によ

り対処する。

侵食・洗掘に対する堤防の安全性確保のための高水敷幅は、一回の出水によって生じる最大河岸侵食幅を目安とする。

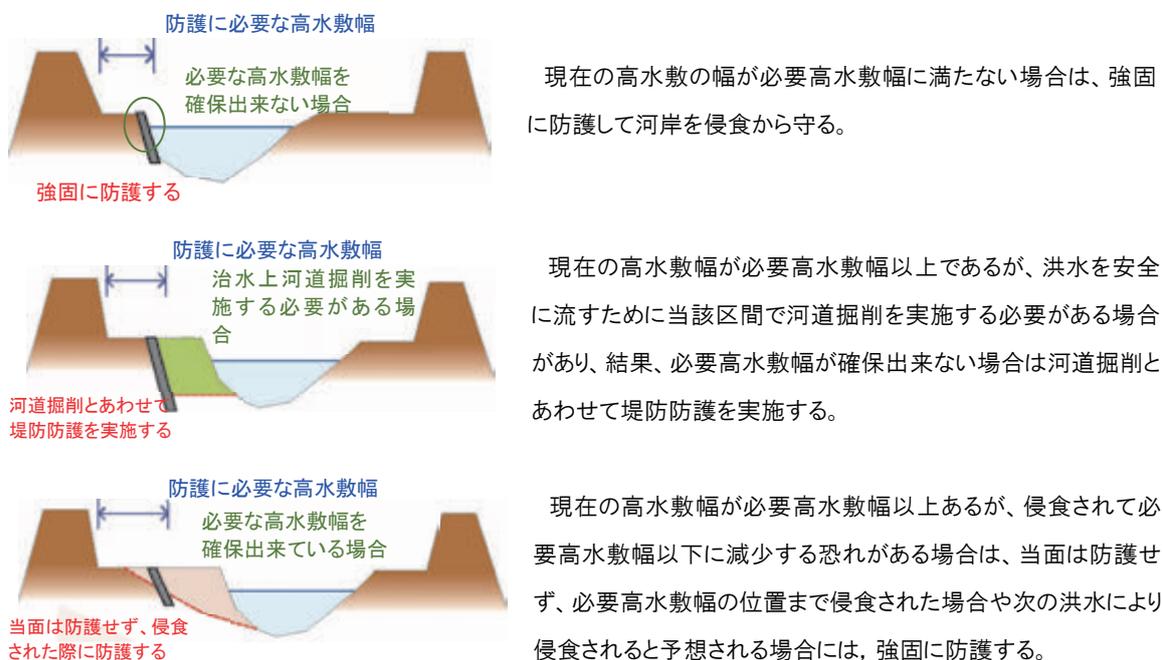


図 5-11 高水敷幅による堤防防護の考え方

### (3) 低水路側方移動防止の観点から見た低水路河岸管理ラインの設定

低水路河岸管理ラインは、現況河道の低水路平面形状の変動要因あるいは安定要因を分析し、河川整備によって河道の平面形状がどのように変化するかを予測・推定し、これに基づいて設定する。

たとえば、セグメント 2-1 および 2-2 では護岸がないと経年的に河岸侵食が生じ、低水路が蛇行し、その振幅が徐々に大きくなることがある。このような区間においては水衝部または局所洗掘の発生位置が移動することから、既往の定期横断測量結果や空中写真から、低水路法線の経年変化を把握し、低水路の近未来形を外挿し、堤防位置、蛇行振幅、低水路幅、川幅、堤外地の土地利用を勘案して平面形状を安定化（水衝部の固定化）するべきか判断する。平面形の安定化の方針をとる場合は、河道が自ら作り出す低水路幅を評価し、蛇行波長と低水路幅とが調和するように平面形状を設定する。すなわち低水路河岸管理ラインを定める。

低水路河岸管理ラインとは、低水路平面形状や水衝部の固定等を図るために、低水路形状を制限するラインである。低水路形状を制限する必要がないと判断される箇所・区間では低水路河岸管理ラインは不要であるため、必要とされる場所・区間のみラインが設定されることになる。

占用等により高水敷（複断面形状）が利用され高水敷の維持が必要とされる箇所・区間では低水路河岸管理ラインを設定する。単断面河道ではこのラインは不要となる。以下に詳細を述べる。

### 1) 低水路河岸管理ラインが必要な区間

- ・高水敷が整備されている複断面河道で、現況低水路内での掘削で流下能力を確保できる区間では、現況低水路の平面形状に問題がなく、かつ高水敷利用が進み河岸の移動を許容できない場合は、現況の低水路形状を低水路河岸管理ラインで維持する。
- ・複断面河道で落差工の改築（堰高の切下げ）に伴い低水路平面形を修正する区間では、適切な低水路幅を有する低水路平面形状を低水路河岸管理ラインで維持する。
- ・経年的に河岸侵食を生じさせながら低水路が河道内を蛇行している箇所においては、水衝部対策の観点から現状の低水路平面形状を維持する必要がある場合がある。このような場合には低水路河岸管理ラインを設定し、水衝部の固定化を図る。また、長期的な河岸侵食が堤防防護に影響を及ぼす可能性がある場合には、ある程度の河岸侵食の許容幅で河岸を防護する必要がある。その場合は、必要に応じて数年後の河岸侵食量を推定する必要がある。
- ・山付き区間であっても、高水敷の利用上、低水路平面形状を維持する必要がある場合には、低水路河岸管理ラインで維持する。

### 2) 低水路河岸管理ラインが不要

- ・低水路（移動床部分）の位置が安定しており、流下能力上も問題がなく、高水敷利用がなされていない箇所では、低水路平面形状を制限する理由が乏しい。
- ・この他、不測の事態（河岸決壊等による低水路平面形状や洪水流向の変化）や河川環境等を考慮しても低水路平面形状を制限する必要がないと判断される箇所では、低水路河岸管理ラインは不要である。
- ・左右岸の堤防防護ライン内において低水路の移動・変形を許容するという方針の基で、河岸が堤防防護ラインを犯した場合あるいは犯そうとした場合に堤防防護ラインに河岸侵食防止工を設置する場合は、低水路河岸管理ラインは不要である。

セグメント別の河道特性を考慮すると、例えば以下に示すような低水路河岸管理ライン設定の方針が考えられる。

- ・河床低下傾向にあるセグメント1の単断面河道で、かつての砂州に植生が繁茂する状態（中水敷あるいは高水敷状）となっており、流下能力も概ね十分である場合、特に低水路平面形状の安定化を図る必要はない。アーマ化した河道ではこのような状態となっていることが多い。
- ・セグメント2-1では、低水路平面形状の蛇行の発達を抑制すること（低水路の安定化）が、維持管理上および高水敷利用の保全上必要であることが多い。この場合には低水路肩を低水路河岸管理ラインとする。
- ・セグメント2-2, 3の複断面河道では河岸侵食量は軽微であり、基本的に河岸法尻の捨石工により自然河岸の保全が可能である。高水敷利用の保全も考慮しながら、低水路管理ラインを設ける。ただし、高水敷利用がなく生態系保全の観点から河道の移動を許容する場合は、低水路河岸管理ラインは設定しない。

### (4) 河道計画における河岸防護ライン

河道計画における河岸防護ラインは、上述した堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインの2つの観点から設定する。

低水路河岸管理ラインが設定されない区間は、堤防防護ラインを河道計画における河岸防護ラインとする。

低水路河岸管理ラインを設定した区間は、そのラインが堤防防護ラインより河身側にあれば、それを河道計画における河岸防護ラインとし、堤防側にあればそれを堤防防護ラインと位置付け直すとともにそれを河岸防護ラインとする。低水路河岸管理ラインは、一回の出水によって生じる最大侵食幅より堤防から離すことが好ましいことは言うまでもないが、それが種々の制約により可能でない場合は、堤防の強化と強固な河岸侵食防止工の設置によって堤防を防護する。

#### メモ 堤防防御の観点から見た高水敷とは何か

堤防防護ラインの考え方には、高水敷は低水路の河岸侵食によってのみ侵食されると言う前提がある。これは事実であろうか。自然に形成された低水路の河岸高はセグメント 3 を除き、通常平均年最大流量程度の時に低水路満杯となるような高さである。直轄河川（1 級河川の指定区間外）の計画洪水流量は年平均最大流量の 2～4 倍程度で、計画高水位に達する洪水が生じた時の高水敷上の水深は、平均年最大流量時の平均水深程度に達する。高水敷上の流速は速く高水敷が荒れてしまう恐れがあり、堤防防御の観点から無視できない。

特にセグメント 1 では、河岸高が低いと大出水時に高水敷が川原となり堤防沿いに侵食が生じる恐れがある。このような場合、これを堤防防御のための高水敷と見なすことはできない。

高水敷と見なしてよいかどうかは、次のような検討を行ない判定する。

セグメント 1 の高水敷は、人工的に盛土したのでなければ表層を除けば、低水路河床材料と同様な材料からなる。したがって、高水敷上の掃流力を評価して河床材料の代表粒径に対する無次元掃流力  $\tau_*$  を求めその値によって高水敷の土砂移動程度を判定する。 $\tau_*$  は、

$$\tau_* = H_k \cdot I_e / (s \cdot d_R)$$

で評価できる。ここで  $H_k$  は計画高水位と高水敷高との差、 $I_e$  は水面勾配、 $s$  は 1.65、 $d_R$  は河床材料の代表粒径である。 $\tau_*$  の値が 0.07 程度以下であれば高水敷と見なしてよいものとする。 $d_R$  が移動する無次元限界掃流力は 0.05 程度であるが、 $H_k$  の水位継続時間は長くないので 0.07 としたのである。高水敷は荒れるが、堤防の安全度を低下させるほどの堤防前面の侵食は生じない値と解釈してほしい。高水敷の利用計画の面からは別な観点からの評価が必要である。

セグメント 2-1 では表層材料は氾濫原堆積物である粘土混じりのシルトあるいは粘土・シルト混じりの細砂となり、その厚さもある。計画高水位相当流量時には、高水敷上の流速が 3m/s 程度となることがあり、高水敷上に植生や水防林的樹木がないと高水敷が荒れる恐れがある。ただし、一般には堤防沿いに流水が集中しなければ高水敷の侵食が生じてもその量は大きくないので、高水敷を堤防安全度確保のための施設と見なしてよい。

セグメント 2-2 においては、計画高水位相当流量時には高水敷上の流速は 1.5～2m/s 程度であり、高水敷の侵食は特殊な所（例えば、橋脚などの直立構造物の周辺、人工的に埋め立てた高水敷で裸地の所）以外には生じないので、高水敷を堤防安全度確保のための施設と見なしてよい。

セグメント 3 では高水敷を堤防安全度確保のための施設と見なしてよい。

## (5) 河岸侵食防止の重要度から見た河岸の区分と河岸侵食防止工

河岸侵食防止工の重要度から見た河岸のランク区分は、低水路河岸管理ラインを河岸侵食による堤防被災の可能性の強弱に応じて護岸の構造や強度を変えようとするために持ち込んだ概念である。すなわち河岸の持つ機能に応じて護岸・水制の性能規定を設定しようと意図するものである。

河岸のランクは、検討対象時点における河道状況、堤防防護のための必要な高水敷幅、河岸侵食の発生可能性、高水敷利用実態・計画などに基づいて区分する。

河岸侵食防止の重要度から見た河岸のランク区分は、以下のように定義する。

河岸の区分と侵食防止工との関係については、以下のように考える。

ランクⅠの区間：河岸防護ライン設定において、当面、河岸防護ラインにまで河岸侵食の恐れのない区間。河岸侵食防止工は設置しない。モニタリングにより河岸防護の必要性が生じた場合には設置する。河岸侵食防止工は、そのとき再評価した河岸のランク付けに従う。

ランクⅡの区間：河岸防護ライン設定において、最大侵食幅を考慮した高水敷の幅がある場所で、河岸防護ラインにまで河岸の侵食が生じ、または次の洪水で侵食の恐れのある区間で高水敷の高度利用がなされていない区間。通常の河岸侵食防止工、あるいは通常のものより耐久性が低いもの、強度の弱いもの、変形を許容する構造でよいとする。

ランクⅢの区間：低水路河岸管理ラインが設定された区間。通常の河岸侵食防止工（根固め以外は基本的には変形を許容しない設計）とする。

ランクⅣの区間：低水路河岸管理ライン設定において、高水敷の無い区間および高水敷の幅が狭い（最大侵食幅より高水敷の幅が無い）区間。ここでは堤防、高水敷（小段）、低水路河岸を一体として設計する。計画高水位以下の流水の通常的作用に対して堤防の破壊を防ぐためには、低水路護岸の破壊は許されない。通常の河岸侵食防止工より確実かつ強度の強い侵食防止工を必要とする。設計に当たっては必ず構造物の安全性の照査を行なう。

現在の護岸・水制の技術レベルでは、河岸のランクに応じた護岸・水制の定量的性能規定化は難しい。護岸・水制の工種や材料の選択において河岸のランクを指標とするものとする。なお、4.3.3 おける河道の維持管理から見た河道内施設の機能評価における安全性の評価ランク区分の設定においては、河岸のランク区分の概念が組み込まれている。

### 5.5.2 護岸・水制による対処

#### (1) 護岸・水制による河岸の維持管理における管理用最深河床高の設定

護岸破壊のほとんどは、護岸前面の河床低下によるものである。また、水制破壊の原因も砂州や河道の湾曲に伴う河床洗掘によるものである。従って、設置対象河岸付近の最深河床高（水制による局所洗掘は除く）の評価は、護岸・水制による河岸に維持において最も重要なものであり、管理用最深河床高の設定を行うものとする。

最深河床高は、供給土砂量や流況の変化に伴う河床の長期的変化、人為的河床掘削、砂州の移動、洪水時における短期的河床の変化（河道の曲がり、川幅の変化、小規模河床波、水制などの河川構造物によるもの）によって時間的に変化する。この変化形態（深さ、変化速度）は河道のセグメントごとに異なる。洗掘現象の複雑さと定量的な評価に必要な現地観測が困難なこともあり、最深河床高の定量的評価は難しく、今までは河川の深掘れ状況、過去の経験に基づいて評価されてきた。

これまでの研究などから明らかになった成果などを基にして、河道特性に応じた最深河床高の設定法については、以下による。

護岸・水制の設計に当っては、設計対象箇所近傍の最深河床高（護岸にあつては、根固め工の前面の最深河床高、水制にあつては、水制がないとした場合の水制先端部付近の最深河床高河床）を評価し、それを設計条件とする。

この場合、護岸・水制設置時点から護岸・水制の設計寿命内において生じる最深河床高とし、また、現在の技術的知見において最も確からしい値とする。なお最深河床高の推定は現在においても的確に評価しえるものとなっていない。推定値の不確実性に対しては、根固め工の設置などで対処する。

これまでの研究などから明らかになった成果などを基にして、河道特性に応じた設計対象河床高の設定法は、メモを参照する。

#### メモ 最深河床高の評価（山本，2003より）

##### （1）河道特性と最深河床高の関係

河岸付近の最深河床高とその時間的変動形態は、河道の平面形状、砂州の発生・移動と密接に関係している。また自然河川においては、河道の平面形状は低水路内に存在する砂州の形態や配置および移動と密接に関係している。砂州は、河道地形の一つのユニットであり、瀬や淵はその部分である。直線河道における砂州の形態とスケールについては、図 5-12 に示す。交互砂州の発生している河道では水流が蛇行し、複列砂州では水流が集中と発散を繰り返す、うろこ状砂州では水流が離合集散する。直線河道では、砂州は下流に向かって移動し、それに伴って河岸侵食位置が変化する。

セグメント 1 および 2-1 の河道では、砂州のスケールに示したように低水路の川幅  $B$  と平均年最大流量時の水深  $H_m$  に規定される。交互砂州の波長  $L_s$  は  $B$  の約 10 倍程度であり、緩やかに蛇行する河川の蛇行長にも対応する。複列砂州およびうろこ状砂州の  $L_s/B$  は 2～5 程度である。自然河道の蛇行程度は  $B/H_m$  が小さいほど大きく、複列砂州が生じる  $B/H_m$  が 100 以上では蛇行度が小さく直線状となる。

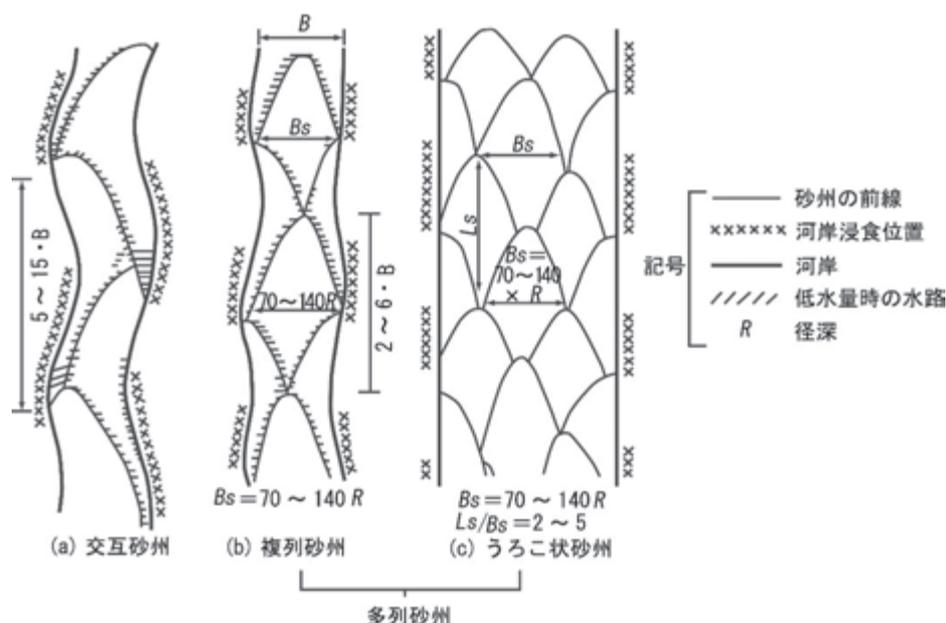


図 5-12 典型的な砂州のスケール (山本, 2010)

河川の水深は流量変動に伴って変化するが、砂州のスケールは河床材料を全面的に移動させる十分な流量で、かつ頻度の比較的高い流量における水深に対応すると考えられ、セグメント 1、2-1 では平均年最大流量程度である。すなわち、砂州の形態、蛇行程度は  $Q_m$ 、 $H_m$ 、 $I_b$  (または  $B$ ) の 3 量に規定される。一方、砂を主成分とするセグメントでは、比較的小さい流量でも河床材料が動くので、大流量時と小流量で砂州の形態やスケールが異なることが多く、平水時の河床地形データから洪水時の砂州形態を推定することが困難である。

屈曲した河道が護岸や岩・谷壁によって固定されていると、それらが砂州の移動・配置に影響を与える。河道の湾曲度が大きいと砂州は移動しなくなり、深掘れ部の位置が固定される。

1) ほぼ直線河道の場合

河道幅がほぼ一定の直線状河道では最深河床高とその位置は、主に砂州の波高と波長で規定される。砂州の洪水時の変動形態は、大セグメントごとに違いがある。

①セグメント 1 および 2-1 の河道

セグメント 1 および 2-1 では、通常、単列砂州あるいは多列砂州が発生している。最深河床高は砂州波高に規定される。この砂州波高および砂州波長は平均年最大流量時の水深、川幅に支配される。単列砂州の場合は(平均年最大流量時の川幅水深比が 70 以下)、計画規模の洪水流量時には川幅水深比が平均年最大量時の半分程度となるので、むしろ砂州高が小さくなる(図 5-13 参照)。多列砂州の場合には、砂州が統合され砂州の列数が減少し砂州高が大きくなる傾向にあるが、砂州のスケールが大きいため統合される前に流量が低減し砂州高はあまり変わらない。なお洪水後の深掘れ部の埋め戻しは、移動床模型実験によると神経質に考える必要はなく、洪水後の河床高測量結果より洪水時の深掘れ高を推定してよい。

注) 扇状地河川における砂州の統合

現状の技術判断としては、計画洪水時においても砂州高はあまり変化しないものとする。河床

材料が小砂利（ $dR=2\sim3$ ）である大井川では砂州高および長さも小さく、砂州の統合が起こりそうであるが確認されていない。手取川、黒部川の移動床模型実験において洪水ハイドロを流下させた結果（山本他，1975；山本他 1993）では、統合を考えなくてもよさそうである。大洪水時の深掘れの増大に対しては根固めで対処しておけばよさそう。

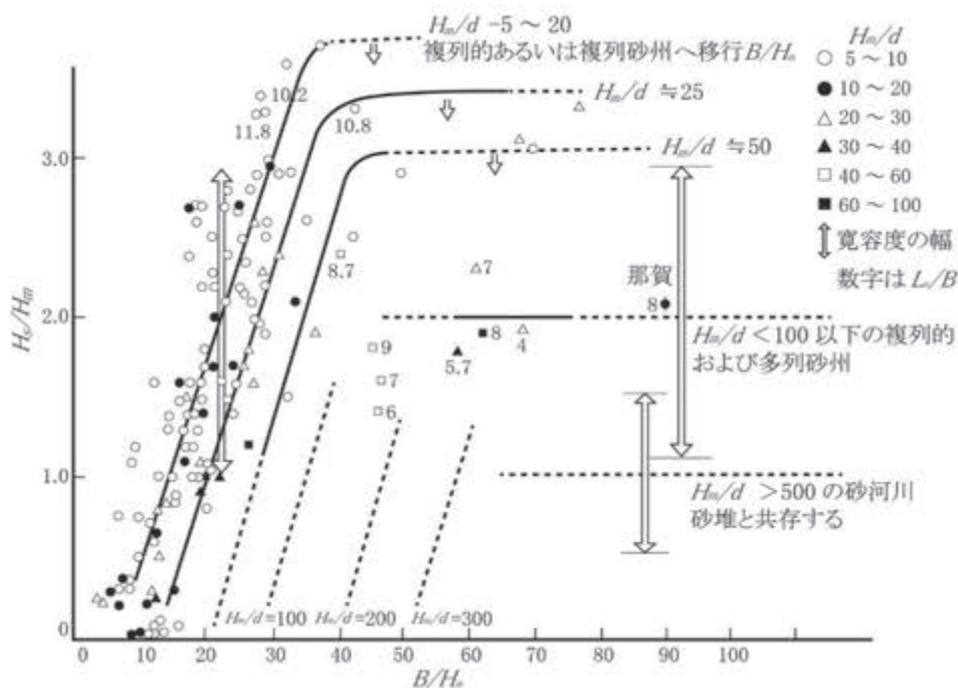


図 5-13 実験水路結果による相対砂州高  $H_s/H_m$  と川幅水深比  $B/H_m$  の関係  
 （無次元掃流力  $\tau^*$  は 0.03～0.4 の範囲）

②セグメント 2-2 の河道

河床勾配が  $1/800\sim1/3000$  の場合、小出水で河床材料が動くので、洪水時に形成された砂州は変形され、小流量の水深に対応した砂州スケールになろうとする。洪水後期に深掘れ部の埋め戻し現象が発生するので、洪水後の洗掘部の測量データを用いて最深河床高を評価できない。

河床勾配が  $1/3000$  程度より緩い場合には洪水時に形成される砂州のスケールが大きくなり、埋め戻し現象が顕著でなくなる。特に河口近くでは、海水面によって小流量時の水面勾配が緩くなるため洪水時の河床高を存置するので、最深河床高の評価に利用しえる。

注) セグメント 2-2 における最深河床高の推定

セグメント 2-2 における砂州によって生じる深掘れ高の適切な評価法は、いまだ完成していない。各種流量が定流として長時間流下した場合の砂州高評価値と現河川の深掘れ高の情報等を基に総合的に判断するしかない。河口部での河床高測量結果によると、うろこ状砂州の砂州高は、平均年最大流量時の平均水深程度はあるようである。

③セグメント 3 の河道

セグメント3の河道で河床材料代表粒径が0.15mm以下の場合、砂州が発生しないようであり、直線状の河道では河岸近くに深掘れは生じない。わが国の河川では、最深部に粘土層などが露出し、河床洗掘がその層以上進まないことが多い。

## 2) 単湾曲河道の場合

自然の河川においては、単湾曲河道は人為的に河道平面形状を規制するか、沖積谷あるいは山間部において強制的に河道平面形状が規制される場合以外には、一般に生じない。以下には河岸が固定されている場合の砂州変動形態について記す。

### ①セグメント1の河道

セグメント1では一般に顕著な単湾曲は生じないが、山間地等では地形的要因により強制的に湾曲している場合がある。多列砂州が生じているようなところでは砂州によって流水が分散するため、湾曲による深掘れの影響は緩和される。いずれにしてもこのような河道区間は特殊性の強いところであるので、現地の河道地形、河道地質などの影響を適確に把握する必要がある。

### ②セグメント2-1の河道

セグメント2-1の湾曲部では、湾曲による流水の集中と2次流の影響による深掘れ、さらに砂州の発生する場合には、砂州の湾曲部への進入によって砂州の移動に伴う深掘れが生じ、砂州の配置状況の変化に応じて、深掘れ高が時間的に変動する。設計対象深掘れ高の設定に当たっては、砂州の移動に伴う最深河床高の変動のうち、最も深い河床高を設計最深河床高とするべきである。従って現況河床における最深河床高を、設計対象河床高とするのは問題がある。長年の河床横断測量データがあれば、砂州配置の変化状況との関係を見ながら、最も深い河床高を設計対象深掘れ高とするべきである。

### ③セグメント2-2の河道

セグメント2-2の河道も基本的考え方は、セグメント2-1と同様であるが、洪水終期およびその後の土砂流送によって埋め戻しがある。測量結果を利用して設計対象最深河床高を評価するのは問題があるが、大洪水直後の測量結果は深掘れ深の評価の参考となろう。

今のところかなりの確度で深掘れ高を評価しうる方法は、洪水ハイドロを流下させる移動床模型実験しかない。護岸・水制設計論および補修修繕システムの中でこの不確実性を担保せざるを得ないとする。

### ④セグメント3の河道

セグメント3の河道では、最深部に粘土層が露出したりするので、これらに対する考慮が必要である。

## 3) 蛇曲河道の場合

蛇曲河道の最深河床高については、蛇行角が20度程度以下では砂州が下流に移動するので、最深河床高が砂州の移動に伴い変化する（木下他，1979）。これ以上蛇行角が大きくなると砂州は河道の曲りにより流向が規制され、砂州は停止し水衝部が固定してしまう。

## (2) 最深河床高の評価法

最深河床高の評価法としては、次の4つの方法がある。

方法1：河床縦横断測量結果からの評価

方法2：既往の研究成果からの評価

方法3：移動床模型実験による評価

方法4：数値計算による方法

これらの4つの方法の中から、検討対象河道に関するデータの存置状況、河道特性、河道改修計画、設計対象区間の重要度等を勘案し、適切な方法を組み合わせて最深河床高を総合的に評価する。以下各方法について概説する。

## 1) 方法1：河床縦横断測量結果からの評価

長期間にわたる河床縦横断測量の成果がある場合は、これにより経年的な低水路部の平均河床高  $Z_m$  と深掘れ深  $\Delta Z$  の経年変化を求めることができる。この資料および河道平面形状図、航空写真、河道特性調査結果を用いて最深河床高を評価する。手順は以下のようである。

- ①河道特性結果より河道の大セグメントおよび小セグメントの区分を行なう。
- ②最新の平均河床高および最深河床高縦断図を作成し、セグメント名を図示する。
- ③各測量年における深掘れ深  $\Delta Z$  の縦断方向変化図(図5-14)を作成し、それらを重ね合わせる(年次で記号を変える。すべてを図示するのではなく大洪水後の測量結果を重点に選択する。
- ④測量横断面ごとに  $Z_m$  と  $\Delta Z$  の経年変化図を作成する(図5-15)。

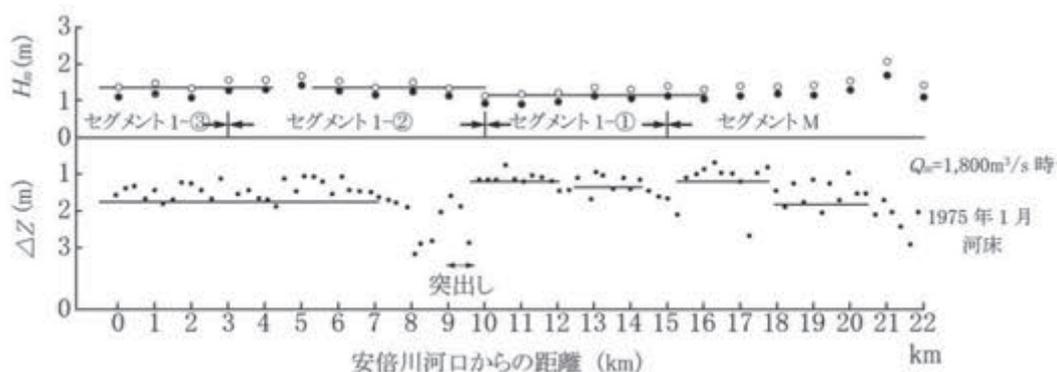


図5-14 扇状地河川の平均年最大流量時の  $H_m$  および  $\Delta Z$  の縦断方向変化

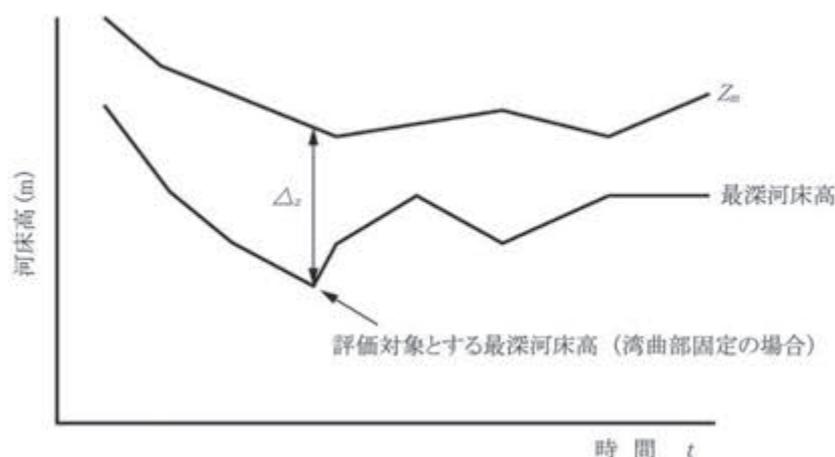


図 5-15 低水路平均河床高および最深河床高の経年変化図

⑤砂州形状・滞筋の確認を行なう。航空写真，河道平面図，河道横断面図より，滞筋を調査し，砂州の形態(砂州の列数，移動状況)，滞筋の固定状況，蛇行角度，蛇行状況を把握する。滞筋が安定して同一位置にある場合は，その原因を探る。

⑥河床掘削や河道整齊工事などの記録を調べ，平均河床高の変化の原因を探る。湾曲，床止工，水制などによる深掘れにより最深河床が生じている場合は，その資料にマークを付す。

上述の情報より以下のように最深河床高を評価する。

(a) 河道平面形状が直線状の場合

セグメント 1 および 2-1 の河道においては， $\Delta Z$  の縦断面図(図 5-14)より，小セグメントごと包絡線を求めてその小セグメントの基礎高設定用の $\Delta Z$  とする。 $Z_m$ から $\Delta Z$  を引き最深河床高とする。なお $\Delta Z$  が特異的に大きい場合はその原因を把握し，それが場の特殊性(水制，橋梁等などによる深掘れなど)に基づくものであれば，マーク付きデータとし，それらを除外して包絡線とする。

セグメント 2-2 では洪水後の埋め戻しがあるため，海水面の影響のある区間のデータ(海水面の影響により洪水の後期に水面勾配が緩くなり埋め戻しが小さい)よりの類推，あるいは方法 2，3，4 により推定する。

注) 砂州の固定化と低速度砂州移動の場合

上述の方法は，護岸・水制の設計寿命(耐用年数)内において砂州が移動し水衝部が変化してしまうという前提で記述されている。

しかし，近年セグメント 1 の上流部において河床のアーミングと河床低下が進んだ区間，頭首工が多数設置されかつ河床掘削された区間では，砂州の固定化が進行している。このような河川では，水衝部がほとんど移動しなくなっている。

またセグメント 2-1 の河道では砂州のスケールが大きく実質上水衝部がほとんど移動しないとしてよい場合がある。

上述のような河道区間では，水衝部が固定しているものとして護岸の設計を行う。

(b) 河道が湾曲あるいは蛇行し、濬筋位置が安定している場合

当該地点の経年的な最大 $\Delta Z$ を用いて最深河床高とする。ただし、大洪水のデータがない場合、またセグメント 2-2 の場合では、測定結果の最大 $\Delta Z$ より深く洗掘される可能性があるため、方法 2, 3, 4 を援用する。

長期にわたる河道測量資料がない場合(2級河川においては測量年の異なる資料がないのが普通である)には、測量結果は大洪水時の最深河床高を捕らえていない可能性が高いので、他の方法を加え総合的に判断する。

注) 河床縦横断測量結果による評価の限界

河道改修により河道横断形や河道平面形状を大きく変えた場合、川幅に比し長い水制を出し流向が変化した場合は、この方法が使えない。また最近では、ダム等の影響により、河道内に樹林が生じたり、島が生じたりして、深掘れ形態が従来と異なったものとなっている事例が増加し、この方法による評価精度が低下している。

2) 方法 2 : 既往の研究成果からの評価

長期間わたる河道形状測量結果のない場合には、対象個所の河道特性・洗掘要因に適した既存の理論式、経験式を用いて最深河床高を評価し、さらに必要であれば方法 3, 4 による評価を加え、総合的に判断する。

①河道平面形状と深掘れ

河道内には、砂州、蛇行、湾曲による流水の集中、2次流により洗掘・深掘れが発生する。これらの現象は、河道平面形状と河道特性によりその影響程度が異なり、それぞれの特性に応じた評価が必要である。これらについては多数の研究成果があるが、技術判断に利用しようとする問題の多いものが多い。ここでは、主に実験および現地河川の資料を基とした評価方法を示す。

②直線河道の場合

河道幅がほぼ一定の直線河道の深掘れ高は、主に砂州波高で決まる。なお一定流量が流れる場合に砂州波高は、低水路幅、平均水深、河床材料に支配される。図 5-13 は、水理模型実験によって得られた砂州波高・水深比 ( $H_s/H_m$ ) と低水路幅・水深比 ( $B/H_m$ ) との関係を表したものである(図中、実線は実験資料を基にしたものであり、破線は推定線である)(山本, 1994)。実験は流量一定の条件で行なわれている。ここで  $H_m$  は実験水路の平均水深である。

最大洗掘部の水深 ( $H_{\max. s}$ ) は、これまでの実験データから、

$$H_{\max. s}/H_m = 1 + 0.8 H_s/H_m \quad \dots \dots \dots (1)$$

と評価される。

実河川では、流量が変化するので、どの流量時の水深を使って砂州が発生するかどうか決めなければならない。セグメント 1 および 2-1 では、一般に、大洪水においても砂州の規模が大きく変わらないので平均年最大流量時の水理量を使って評価すればよいと考えられている(現地河川の砂州の平面スケールは、そのスケールが平均年最大流量時の水深によって規定されたものと考えたと、実験水路で形成される砂州の平面スケールと調和的である)。したがって、最大洗掘部の洗掘深  $\Delta Z$  (平均河床高と最深河床高の差) は、図 5-13 において  $H_m$  を平均年最大流量時の低水路平均

水深 $H_m$ と見なして評価すれば、

$$\Delta Z / H_m = 0.8H_s / H_m \quad \dots \dots (2)$$

より評価される。

なお、図 5-13 において、同一  $H_m/d$  の線が  $B/H_m$  の値が大きい領域で不連続となっているのは、水量の変化に応じて砂州形態が質的に変化する現象 ( $B/H_m$  が大きくなると交互砂州が複列砂州に変化する) を反映したものである。

セグメント 2-2 では、小流量時でも河床材料が動くので、洪水時と平水時で砂州規模(列数)が変わることがあり、砂州高を規定する流量(水深)を決められないが、平均年最大流量時の水深程度の砂州高  $H_s$  となるとしておけば十分であろう(わが国の河川では河口部以外ではこのような砂州高とならず過剰設計である。洪水期が数ヶ月も続く大陸河川では、この程度の砂州高になっている)。

わが国のセグメント 3 の河道では、砂州が発生せず、直線河道であれば最深部は河道中央寄りとなることが多い。また最深部にはデルタ底置層である粘土層が露出し、河床洗掘がそれ以上進まないことがある。

なお直線河道であっても川幅に変化があると、洪水時には川幅の狭いところが洗掘され、広いところに堆積する。このような所では 1 次元河床変動計算を行い平均河床高の洪水中の変化を把握する。

### ③単湾曲河道の場合

単湾曲河道の最深河床高は、水理模型実験結果から、流量が大きくなるほど深くなること、また計画高水流量規模の洪水では流量変化に対する河床変化の応答遅れが生じることが判っている。したがって、水理模型実験によって計画高水流量を定常的に流下させて河床高を求めようとすると洗掘深は過大評価となる。このため、計画高水流量規模の洪水時の最深河床高の観測データを増やしていくことが必要である。

計画高水流量規模の洪水時の観測データが不十分な現状では、当面、平均年最大流量時の観測データを基にした評価図を用いて、平均年最大流量時の最大洗掘部の水深 ( $H_{max}$ ) を評価し、平均年最大流量相当水位からの  $H_{max}$  の 1.2~1.3 倍の深さの標高が計画高水流量時の最深河床高となるとして評価する。ただし、洗掘時に沖積粘土層、洪積層、基岩が露出している場合には、河床洗掘がそれ以上進まないことがある。したがって、既存のボーリングデータの収集や必要に応じてボーリング調査を行い、河床の土質状況を把握した上で、最深河床高の評価をおこなうことが望ましい。

平均年最大流量時の最大洗掘部の水深 ( $H_{max}$ ) と低水路の曲率半径・川幅比 ( $r/B$ ) との関係を図 5-16 に示す(山本, 1994)。同図の使い方を示す。

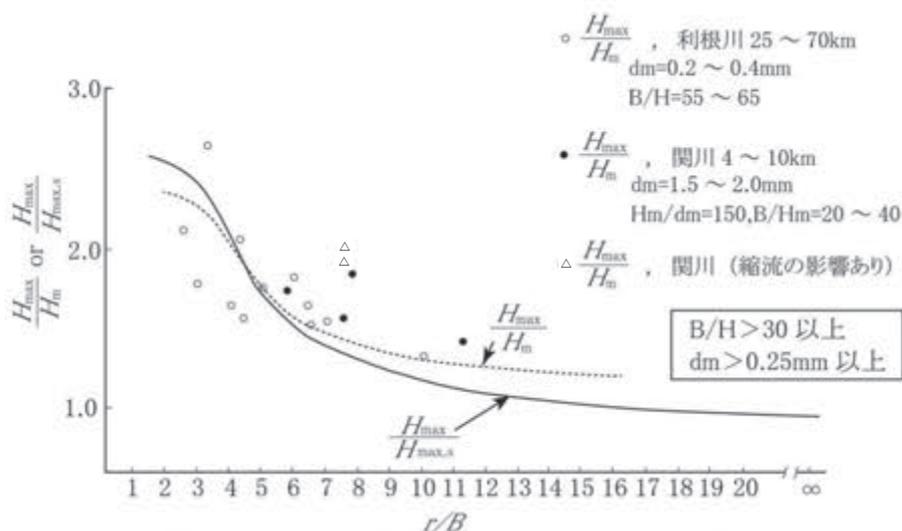


図 5-16 湾曲部における  $H_{\max}/H_m$  あるいは  $H_{\max,s}/H_m$  と  $r/B$  の関係

当該湾曲部の水理量を直線河道の砂州形成条件に当てはめた場合に砂州が形成されると判断される区間では、単湾曲部の最大洗掘部の水深  $H_{\max}$  と  $H_m$  との比 ( $H_{\max}/H_m$ ) を、 $r/B$  との関係で評価することができる。一方、同様にして単列砂州が形成されると判断される区間では、 $H_{\max}$  と直線河道の最大洗掘部の水深  $H_{\max,s}$  との比 ( $H_{\max}/H_{\max,s}$ ) を  $r/B$  との関係で評価する。この際、直線河道の最大洗掘部の水深は、式 (1) を用いて評価する。ただし、図 5-16 は、限られたデータから作成されたものであるため、フォロー調査等により精度向上に努めることが望ましい。

#### ④ 迂曲河道の場合

迂曲河道の最深河床高については、セグメント 1 を除き単湾曲の場合と同様と考える。なお複断面蛇行河道においては、大洪水時に水衝部が変化し湾曲凸岸が侵食する可能性がある。このような現象の起こる可能性があり技術的な対応を考慮しなければならないのは、セグメント 2-2 の河道で、高水敷上の植生が草地や畑地で、かつ大洪水時の高水敷の水深が低水路の水深の半分以上となるような場合がある。護岸の設計論としては、河岸防護範囲の設定において凸岸突部まで防護区間とするなど配慮する(突部は堤防からの距離もありあまり心配する必要はない)。

#### 注) 河床下の地質の確認

河床低下の進行により、河道の最深部あるいは河岸部に固結した洪積層、沖積粘土層、第 3 紀層あるいは露岩が露出し、最深河床高をコントロールしている事例が増えている。洗掘深の評価に当たっては、堤防周辺の土層・地質縦断面図により、河床深部の土質を確認しておく。ダム下流のように土砂の供給が急減すると、河床はアーミングし  $\Delta Z$  が小さくなり、直線状の河道では平瀬の連続となる。

#### 注) 小規模河床波による深掘れ

セグメント 2-1 の河道では、計画規模の洪水時には砂堆と言う小規模河床波が生じる。これによる深掘れ量は平均水深(砂堆による凹凸を平均したもの)の 1 割程度であろうと推定されている(山本, 1994)。これを深掘れ高の評価に付加すべきかは判断の難しいところである。深掘れ部は洪水時侵食傾向にあり砂堆の発達を抑えられること、また現状では現地河川で実体把握がなされていないことより、これを見積もらないものとし、根固め工で対処するものとする。

セグメント 2-2 の河道で代表粒径が 2mm 以上の場合は、計画規模の洪水時に砂堆が発生している。砂堆による深掘れ高は平均水深の 1 割 5 分程度と推定されている。砂州による深掘れ高が明確でないところに、これを加えることに躊躇するところがあるが、砂堆による深掘れ高が大きいことにより加えた方がよいと考える。平均年最大流時の低水路平均水深の 1 割 5 分ぐらい加えたらどうであろうか。

代表粒径が 1 mm 以下であると、計画洪水流量時には河床が平坦となる。砂堆による深掘れはより小さい出水時に生じる。砂堆による深掘れは平均年最大流量時の平均水深  $H_m$  の 2 割位であろうと評価される。

### 3) 方法 3 : 移動床模型実験による評価

河道計画上、特に重要な区間については、移動床水理模型実験によって最深河床高を把握するとともに、砂州の配置・移動状態、河岸近くの流速を把握する。これによって最深河床高の評価のみならず、護岸・水制設置箇所の設定、代表流速の設定、さらには護岸・水制の形式まで評価することができる。ただし実験に当っては、相似性に十分に注意しなければならない。

セグメント M および 1 では実験に用いる移動床河床材料の選定が正しければ(模型縮尺 1/50~1/100 の場合、河床材料のうち大粒径である C 集団, A 集団を対象として模型縮尺により縮小した混合粒径材料とする)、実験結果の相似性は高い。セグメント 2-1 では、模型縮尺を 1/60 程度とする模型では実際の河川では生じない砂漣河床が生じる場合があるので注意が必要である。セグメント 2-2 の河道では、軽量骨材を模型の移動床材料として利用せざるを得ず、種々、相似性に問題が生じるため、模型縮尺や実験結果の解釈に十分な検討が必要である。

### 4) 数値計算による方法

近年、河床の二次元的な変動を数値シミュレーションで予測する技術の信頼性が向上した。この計算は二次流を含む流れの計算モデルと土砂の収支モデルを結合して、数値計算により河床の二次元的な変動を評価するものである。ここでは最深河床高のみならず代表流速も同時に評価しえる。しかしながら、数値計算に必要なパラメータ設定に当っては経験則に基づく値を設定せざるを得ず、計算結果の適合性について十分な検討が必要である。また洪水時の砂州の消滅や発生、小規模河床波による河床変化については適確に計算できない。少なくとも、数値計算による大洪水後の河床変動量を現地の河床変動資料より検証を行い、計算モデルの妥当性を明らかにしておく必要がある。

#### 注) 評価法の選択

最深河床高の評価は、できれば一つの方法だけでなく他の方法による評価を加え、総合的に技術的評価を下すのが好ましい。なお評価精度が良いと考えられる方法を順として、以下に示

す。

①河道の平面形状が変わらない場合

セグメント1および2-1では、方法1，方法2，方法3，方法4の順

セグメント2-2では、方法3，以下同等の順

セグメント3では、方法1，地質学的方法（土質の層序構造による判定法）の順

②河道平面形状が改修などにより大きく変わる場合

セグメント1，2-1，および2-1では、方法3，以下同等の順

セグメント3では、どの方法が良いか判定不可能であり、地質資料，地形発達史に関する資料を含め総合的に評価する。

(3) 設計最深河床高の設定

護岸・水制設計のための設計最深河床高は、護岸・水制の設計寿命中において生じるであろう最深河床高とするべきものである。従って平均河床高が設計寿命中に低下すると判断される場合、あるいは狭窄部であり洪水時河床が低下すると判断される場合は、その低下量を最深河床高の設定にカウントする。また河道を大きく変形する河川改修を行なう場合は、その状況で生じる最深河床高を設計最深河床高とする。

注) 護岸・水制の設計寿命（耐用年数）

護岸・水制の設計寿命は一種の性能規定であるが、基準化されていない。材料，期待する機能に応じて変わるものである。例えば、水制として木材を使用し、それが空気にさらされれば10年程度であろう。蛇籠に用いる亜鉛引き鉄線は水質や設置状況にもよるが20年程度であろう。石材であれば半永久的となろう。今後の検討課題である。

注) 可能性としての河床高と設計最深河床高

設計最深河床高は、生じる可能性としてある河床高をすべてカバーするべきものであろうか。同一水理条件においても発生する砂州高は、図5-13に見るように平均的な砂州高に対して倍・半分の広がりがある。このように一律に決まらない量に対してどの量を設計に用いればよいのだろうか。大きめに取れば安全性が増すが、コストがかかる。今のところ最も生じ易い砂州高(平均的な砂州高)を深掘れ評価のための砂州高としたい。可能性としてあるより深い深掘れに対しては、根固め工で対処，あるいは変形を許容する構造形式，補修修繕で対応すべきと考える。

### 5.5.3 低水路法線の修正による対処

湾曲部の局所洗掘を軽減するために、湾曲角を小さくし、河道の曲り具合を修正するものである。

低水路法線の修正は、水衝部位置および深掘れ位置を変化させるので注意が必要である。

## 5.5.4 ベーン工による対処

湾曲部の局所洗掘を軽減するために、湾曲部で発生する二次流を制御するベーン工を湾曲部外湾側に設置するものである。

ベーン工の特徴と機能は、図 5-17 に示される。湾曲部では、流れの遠心力の鉛直方向の変化（流速の速い上層の方が大きい）のために、主流の他に図 5-17 (a) のような横断面内で二次的な流れを生じる。この二次流のために底面付近の流体は内岸に向かうため、土砂もこの流れによって外岸から内岸に運ばれる。その結果、外岸の洗掘が、内岸に堆積が生じる。洗掘が生じている外岸側に図 5-17 (b) のようにベーン工を設置すると、図 5-18 のようにベーン工は流れに対してある角度（迎え角）で設置されるために、ベーン工に内岸側に押すように揚力を受ける。また、流体は反作用として揚力と反対向きに、そのため湾曲による二次流と反対向きの二次流をベーン工の近辺に発生させる。これによりベーン工内側の土砂を外湾側に運び、洗掘を軽減する（渡辺，1991）。

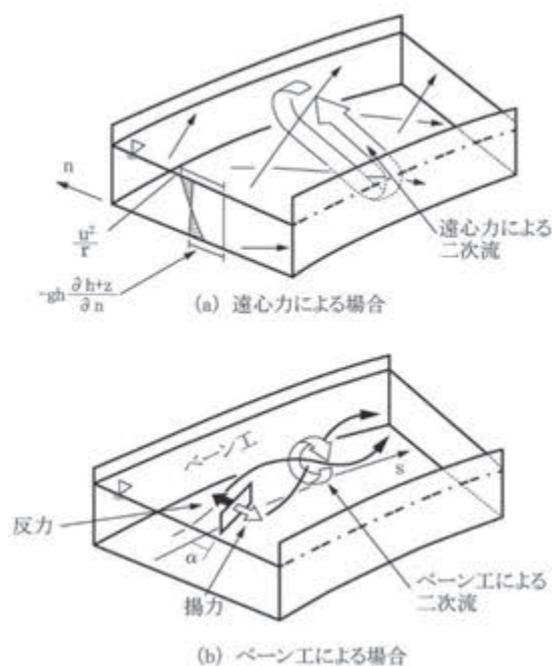


図 5-17 河床形状の変化（渡辺，1991）

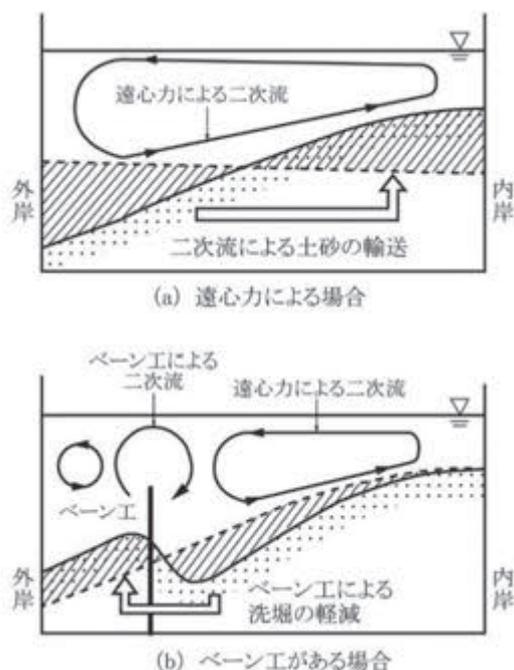


図 5-18 ベーン工による二次流の形成（渡辺，1991）

べーン工の水理機能や配置等については、渡辺（1991）を参照する。なお、洗掘軽減量に及ぼすべーン工の形状、配置については、実施事例が少なく、水理的解析結果にすべて頼るのではなく、移動床模型実験や見試的な施工（何段階に分けて設置し、効果をチェックしながら追加していく）を試みた方がよい。また、過去の事例研究の分析結果を設計の参考（河道特性の差異に注意する）にする。河道特性および施工性・建設コストの関係よりセグメント 2 の河川に適用される工法と言える。

湾曲部にべーン工を設置すると、主流の曲り角が緩和されるので、湾曲部下流部の河岸沿いの河床高が低下し、主流部の位置が変化するので注意が必要である。

#### 事例：阿賀野川下流部（新潟県）

新潟市を流下する一級河川阿賀野川においては、平均河床高は平成元年まで全川で急速に低下が進行していた。また、最深河床高は、近年全川的に低下傾向にあり、局所洗掘が進行している箇所がある。特に、灰塚地区、横越地区および中新田地区は阿賀野川の三大水衝部といわれている。

##### ・灰塚地区におけるべーン工による水衝部対策

湾曲部の局所洗掘対策は、これまで水制工やべーン工が実施され、効果を上げてきている。建設省土木研究所では、9.0km～16.8km 区間を対象とした大型移動床模型実験によって横越と灰塚地区の局所洗掘対策について検討を行い、横越地区では水制工、灰塚地区ではべーン工の整備を提案した。

これは、灰塚地区は、湾曲河岸部の洗掘が大きく、低水路法線と堤防法線の位相がほぼ同じであり、また、上流に位置する横越地区の水制工により流況改善が為されるため、遠心力に起因す

る二次流が十分に発達することから、これに対して効果的な対策工としてベーン工を選定したものである。

土木研究所大型移動床模型実験によりベーン工の整備を提案，数値解析と施工順序について数値解析にて検討を行い，平成14年度から水制工（ベーン工）の整備を行い，平成21年度に概成したものである。平成16年度より最も効果が期待できる箇所（一次施工）から実施し，河床変動測量およびADCP等によるモニタリングを実施した。平成18年7月出水前後で堆積域の延伸が確認され，また，ベーン工外岸部の堆積と内岸部の洗掘が見られ，河床の最深部が河道中心に変化していることが確認されている。

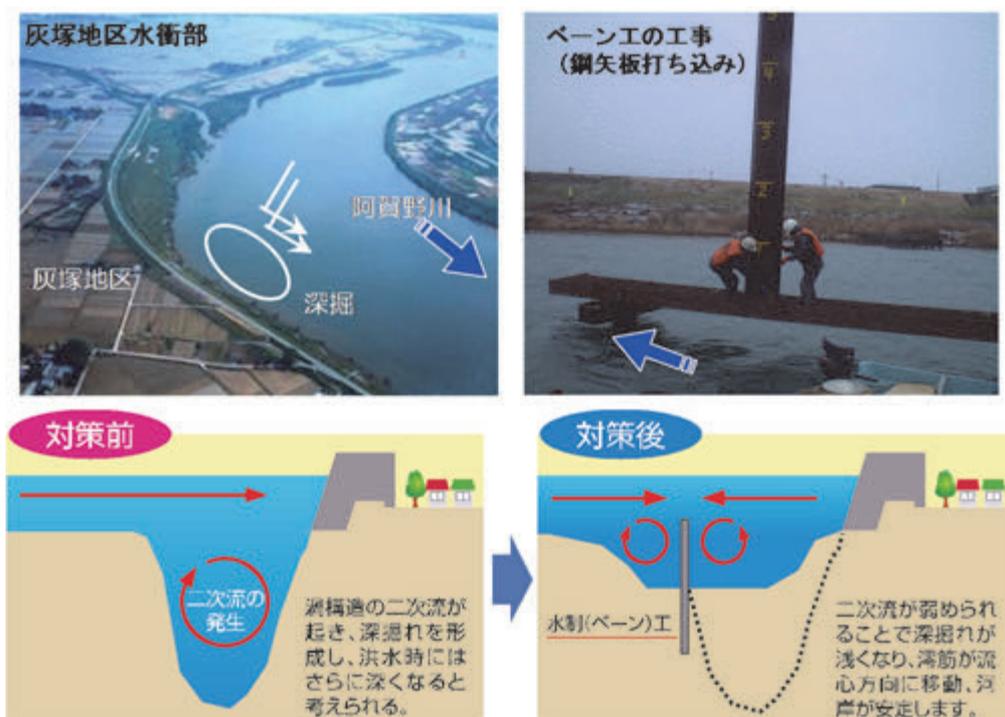


図 5-19 灰塚地区ベーン工概要図

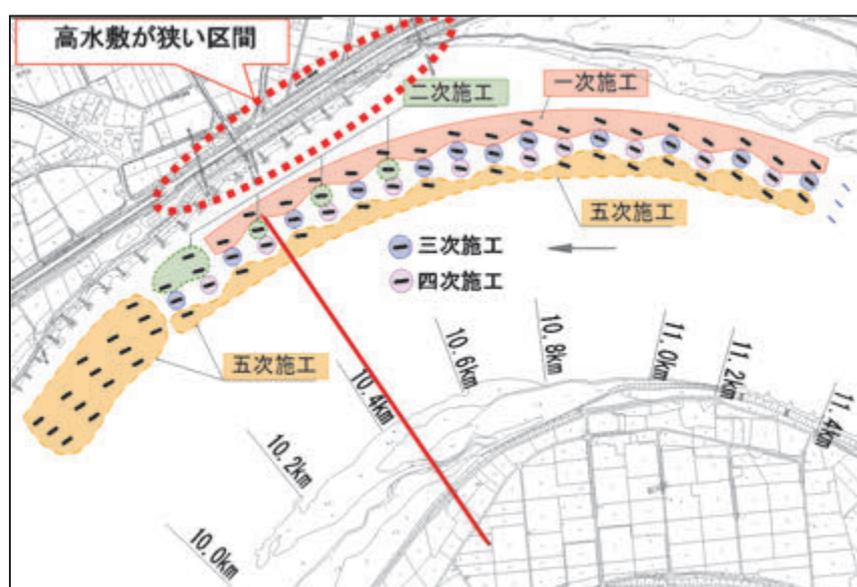


図 5-20 灰塚地区ベーン工設置による横断図の経年変化

## 5.6 河道内植生の維持管理対策手法

### 5.6.1 植生管理の必要性と判断

河川管理者の実施する河道内植生に対する維持管理行為は、堤防等の河川管理施設の機能保全のために植生管理計画に則った除草・樹木伐採を行うこと、民地を含めて河川区域内の地被状態の監視・状況の把握を行い、必要な対応を実施することである。

河川区域内の民地および占用地以外の高水敷植生の管理主体は、河川管理者である。堰・床固め工等の横断構造物周辺は、構造物の機能監視および維持のために除草等の植生管理が為されるが、それ以外の箇所は、通常、定期的な植生管理は為されていない。植生管理が必要とされるのは次のような場合である（財団法人河川環境管理財団，2012）。

#### ①治水安全度の確保

河川整備計画で設定された治水安全度あるいは維持管理すべき安全度の水準を満たすように、樹木の成長・範囲を監視し、治水安全度を確保できるように樹木の伐採・間伐・枝打ちする。

従来、河川管理者の費用で伐採・処理されたが、近年は伐採木を河川工事用の資材として利用（岩木川），市民に無償提供（千曲川，阿武隈川，米代川）し，処理費の軽減が図られている。

2005年，千曲川では公募により樹木伐採を実施した。公募伐採の仕組みは，河川事務所で伐採場所を選定し，区画割りを行い，ホームページなどで伐採希望者を募集し，希望者は区画内の木を指定期間内に自分で伐採，小割り，積み込み，搬出するものである。処理された木は伐採希望者に無償提供された。ただし不用な枝葉は希望者が現地に一纏めし，それを河川管理者が撤去処分する。これにより樹木の伐採・処理費のコストが削減された。公募伐採の背景には，薪ストーブ燃料等の需要増加などが背景にある。2007年の公募伐採面積24,000m<sup>2</sup>では約1,100万円のコスト削減効果があった（吉田，2008）。

#### ②環境保全

環境保全のための植生管理は，市民団体との協働行為として実施する例が多い。以下に事例を示す。

##### ・自然再生事業としての植生管理

荒川高水敷（上尾市平方）では，自然再生事業として三ツ又ビオトープが整備され（2000年完成），そこでは国土交通省荒川上流河川事務所が市民団体と協力して，セイタカアワダチソウ，オオブタクサの伐根除去作業を行った（外来種影響・対策研究会，2003）。

##### ・希少種保全

小貝川では，希少種オオムラサキの保全のため対象地区を公園化し，生息環境である樹林（エノキ）を市民団体が中心となり樹林管理をおこなっている（河川環境管理財団，2012）。

加古川では，貴重種であるフジバカマの保全のため姫路河川国道事務所，地元企業，有識者が連携し，企業が加古川自生種のフジバカマを敷地内で育成し，その株を加古川河川敷に移植した。

**メモ 環境保全のための河道内地形・水位状況の管理**

河道内植生は、洪水による攪乱および水位変動に基づく地下水位の空間的差異によりモザイク状の植生分布となり、また洪水攪乱により時間軸で変化する。

河道掘削による河川地形および水位の変化、大ダム建設による流況・土砂供給量の変化、床止め工などの横断工作物の設置によって河道内植生は、その変化プロセス（遷移）が変わってしまう。生態系保全を目的とした河道形状の変更を行う自然再生事業が行われたが、この事業による河道改変に対応する維持管理についての検討がなされておらず、持続性の確保の担保がなされていない。事業計画の中で対応方針を検討し計画の中に記すべきである。

#### ・外来種対策

天竜川左支川三峰川では市民団体等から「三峰川アレチウリ駆除大作戦実行委員会」が組織化され、年1回ボランティアによる抜き取り駆除が為された。国土交通省天竜上流河川事務所は後援し、協力している。信濃川十日町下島地区では国土交通省信濃川河川事務所主催で市民が参加してアレチウリを駆除した（外来種影響・対策研究会、2003）。

その他にも事例がある。

#### ③防火・防犯対策

都市近郊の河川においては、地域からの要望により枯れ草の野火発生防止や防犯上の要請から、除草することがある。

#### ④景観の保全・見栄えの改善

地域からの要請により実施することがある。

#### ⑤クレーム対策

地域住民から河川植生に関する種々のクレームに対する対応として植生管理を実施することがある。

以下に事例を示す。

- ・ 日陰等による農作物への影響懸念
- ・ 花粉症原因草本の除草要請

#### ⑥人と河川との豊かなふれあい活動の場の維持・形成

ふれあい活動の場の環境の質の維持、利便性・快適性・安全性の確保のために植生管理を実施することがある。

ところで、高水敷の植生を人為的に攪乱せず放置すれば、高水敷植生はその場の環境条件（地形・気候・土壌・水分・洪水攪乱等）に応じて遷移していく。その遷移過程はセグメント毎に、また横断方向によっても異なるが、セグメント3以外では、水際付近の攪乱場を除けば最終的に樹林化する。

1960年以前の1級河川の高水敷は、水防林や薪炭林として樹林管理されていた空間以外は草地空間であった。高水敷は屋根材として茅場、草肥や牛馬の餌の採草地として高度に利用されていた。これが大きく変わったのが1970年代であった。近世以後、沖積地の高水敷は自然空間ではなく、ほとんどが農地・里山的な人間との干渉空間であった。

河川環境管理基本計画における空間管理計画の自然生態保全ゾーンは、植生遷移を含めた変化を許容する管理が基本であるが、多摩川の自然生態保全ゾーンでは、何らかの人為的干渉を加えないと沿川住民が望む空間とならず、手を加えざるを得なくなっている（財団法人河川環境管理財団，2012）。河川環境管理基本計画における空間管理計画の策定に当たっては、各ゾーンのランドスケープイメージとその植生管理水準を策定せざるを得ないといえよう。

河川管理者が実質的管理主体となる河川区域内の民地および占用地以外の高水敷植生の植生管理メニューとしては以下のものがあり、実施方法、実施時期、管理頻度を策定する必要がある。

①放置・自然攪乱

水際帯，河岸付近の植生帯，自然生態系保全ゾーンなど

②除草（草刈）

樹林化防止，植生景観の連続性の確保（占用地間の官地の除草），防火対策として，年1回（秋に実施）あるいは2回除草

③選択的除草

外来種対策として住民等と協働して実施

④皆伐・間伐・枝打ち

治水安全度の確保の観点から適宜実施，伐採木の有用資源化

河川管理用通路の確保のため枝打ち等を適宜実施

ハリエンジュ等の外来種対策として住民等と協働して実施

⑤踏圧・転圧

車輛・人による踏圧による草本繁茂の抑制

## 5.6.2 樹木群の維持管理対策の検討

樹木群の維持対策の検討にあたっては、以下の検討を行うものとする。

①対象樹木の生育特性の整理

対象樹木の生育条件，生長速度等を整理する。ただし，これらの知見については，現時点ではあまり整理されていないため，今後，モニタリング調査等により，データを蓄積していく必要がある。

②流下能力を視点とした維持管理対策

河川整備計画の目標流量を維持管理水準とし，対象とする断面の河積を指標として維持管理を行う。モニタリング調査は，有効河積の変化を把握する河積調査を基本とする。

③洗掘・侵食の防止を視点とした維持管理対策

洪水時に，樹木群が堤防や河岸の洗掘・侵食に影響を与えているかどうかの観察・二次元の流況計算を行い，影響があると判断される場合には適切な維持管理方法を検討する。

④巡視・点検を視点とした維持管理対策

「巡視・点検からみた目標設定と樹木の配置計画」で定めた目標を維持管理水準とし，巡視・点検上の支障の有無を指標として維持管理を行う。支障が生じている場合には伐採等の管理を実施する。

### (1) 対象樹木の生育特性の整理

河道内植生調査（堤防を除く）は、水辺の国勢調査により10年間隔に実施することになっている。10年間隔では植生の成長や生育範囲の変化を基にした流下能力評価等が的確になされない可能性が高いので、航空写真による植生範囲および植生群落の分析、巡視・点検により植生種・範囲の変化の情報を付加して、樹木群等の変動を把握する。また大出水後の点検時に樹木群の倒壊状況を把握しておく。

### (2) 流下能力を視点とした維持管理計画

縦横断測量は原則として5年以内に1回実施することとなっている。河道の流下能力の算定は、測量の成果を用いて行うことから、流下能力の算定は5年に1回実施することとなる。

ただし、ハリエンジュやヤナギ類等の河道内樹木群の生長速度は速く、5年に1回の流下能力の定量的な評価において、樹木群の成長による流下能力の著しい低下の状態を把握することができない場合がある。

このため、河道植生調査を実施しない年においては、毎年特定巡視で実施する平常時の樹木群の定点撮影結果を活用して、樹木群の拡大面積を大まかに捉え、流下能力の低下傾向を把握することとする。

そのために、測量結果に基づく準二次元不等流計算により求めた各断面のH-Q式と、H（水位）と断面積との関係から、予め河積と流下能力との関係を把握しておく。このときに設定した樹木群の範囲をベースとして（樹木群の面積等による流下能力の感度分析結果）、毎年の定点撮影からわかる樹木群の変化（それに伴う河積の減少）を用いて、流下能力の減少の程度を大まかに算定し、伐採等の対策を実施する際の判断材料とするとよい。

### (3) 洗掘・侵食の防止を視点とした維持管理対策

樹木群は、河道の平面形、すなわち低水路法線形（高水敷河岸線、河道内砂州の島状化）と密接な関係にあり、堤防や河岸の洗掘・侵食対策としては樹木群の生育する基盤をも含めて樹木と河道管理を検討せざるを得ない。現在、樹木群の繁茂が課題として認知されている課題と対処法は、

#### a. セグメント1

山間部に大ダムが建設され、洪水流量の減少、供給土砂量の減少により、それ以前に存在した砂州の頂部付近の冠水頻度の減少に伴う草本類の侵入、浮遊砂の堆積、樹林の侵入という植生遷移が生じ、砂州の島状化により、中小洪水時の流水の分岐、集中化、さらに供給土砂の減少によるセグメント1の上流部の低水路の河床低下と河床材料の粗粒化が進み、洗掘深の増大による河岸侵食の恐れが増大、河原環境の減少が見られ、樹木群の維持管理が求められている。

対処工法として島状化した部分の樹木群伐採が実施されているが、分岐水路化した合計低水路幅は、洪水流量の減少と供給土砂量の減少に伴う河床材料の粗粒化というインパクトの現れであり、樹木の伐採のみでは樹木の再生は免れない。低水路幅の縮小という現象は人為インパクトに対する河道の応答の現れであり、ダムの操作ルールおよびダム形状を変更しない限りこれを阻止することはできない。

#### ・ 対処法1

河道内の島状化を許容し、既存護岸の破損や低水路河岸の侵食の恐れが生じると想定される

ところから順次護岸の根接ぎにより補強し、また、中州の樹林化により流水の集中が生じ河岸の侵食の恐れのある場合は伐採する。

・ 対処工 2

平均年最大流量の減少に応じた低水路幅を評価し、その幅に応じた河岸防護ラインを設定し、左右岸の河岸防護ラインの中に低水路を追い込むように、分岐水路の締め切り、高水敷の造成、護岸・水制の設置を順応的に実施していく。樹木伐採を伴った島状部の部分掘削やパイロットチャンネルの掘削も好ましい低水路形状に誘導する手段であるが、高度の技術的判断を伴う。

b. セグメント 2-1, 2-2

セグメント 2-1, 2-2 の河道は、蛇行している単列砂州河道が多く、洪水流量の減少、供給土砂量の減少により川幅の縮小に伴う滞筋が河岸に寄った対岸側に土砂が堆積し、そこが樹林化する。

流下能力上および環境上の問題が無ければ、放置しておいても良い。なお、高水敷の利用形態の変化により放置され樹林群が形成されると、高水敷堤防沿いの洪水時の流速が増大し堤防の侵食の恐れがある場合は、樹木の伐採により流速の緩和を図る。

川幅水深比が大きく低水路内に樹木を伴う島状地形が発達している場合で河岸侵食を助長する恐れのある場合は、樹木伐採を伴う島地形の掘削を検討する。

#### メモ 環境面を視点とした維持管理

モニタリング調査は、植生の状況を把握する植生調査と土砂の堆積状況を把握する土壌調査を基本とし、目的にあわせて調査を行う。

また、河川生態系は、洪水などによる自然的攪乱がもたらす動的状態において成立しているものであり、常にある場所に同じ植生が維持し続けることは有り得ない。攪乱が大きい箇所では、冠水頻度や比高、無次元掃流力などの基盤環境の変化もあわせて把握することが望ましい。

#### (4) 樹木管理計画図の作成

河道内樹木を管理するにあたっては、河道特性情報集を活用し、現況の樹木群を流下能力阻害面、河川施設の維持管理面、河道の洗掘・侵食面、環境機能面から評価し、それぞれの視点から伐採・存置すべき樹木群を選定しつつ、総合的判断により樹木配置一次案を策定する。樹木配置一次案は治水上の評価・修正を加え樹木配置案二次案とし、これを繰り返す、最終的に維持管理方針やモニタリング内容を整理した樹木管理計画図を作成する。

巡視・点検作業に支障が生じ、また恐れのある場合は伐採等の維持管理を実施する。

樹木群の配置計画と樹木の維持管理計画の検討の流れを図 5-21 に示す。

現況評価をもとに、流下能力、洗掘・侵食、環境面、維持管理面それぞれの目標設定を行い、それぞれの視点から伐採・存置すべき樹木群を選定する。また、必要に応じて植樹が望ましい箇所を選定し、樹木配置一次案を作成する。この樹木配置一次案をもとに流下能力、洗掘・侵食の可能性の面から検証を行い、樹木配置最終案を設定する。

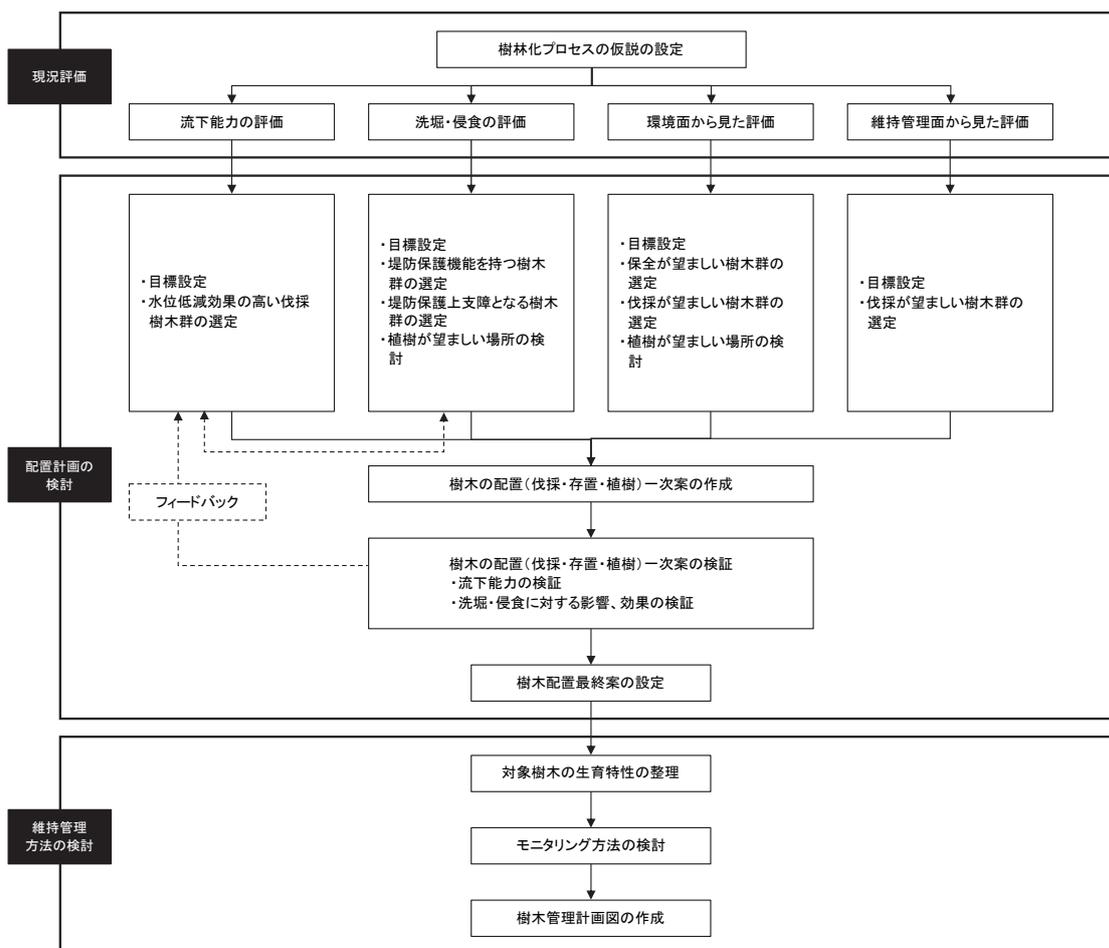


図 5-21 河道内樹木群の管理方針の検討手順

①流下能力の目標設定と樹木の配置計画

1. 2. 2(3)で設定した河川管理用洪水流量を河川管理用洪水水位以下で流下させることができるような樹木の伐採箇所を，流下能力向上のための伐採箇所として位置づける。

現況流下能力が河川整備計画の目標流量を上回っている場合は，当面は流下能力の観点からは樹木を伐採する必要はない。

②洗掘・侵食を視点とした目標設定と樹木の配置計画

洗掘・侵食面の目標は，堤防や護岸を河岸侵食や河床洗掘等の災害から防護することである。

河岸防護の手法としては，護岸や水制等の工法が従来から用いられてきているが，河岸に生育するヤナギ等の樹林と一体となって河岸侵食の防止機能を担っているものがあり，その場合には樹木群を保全する。

一方，洗掘・侵食の観点から悪影響を与えている樹木群があり，そのような樹木群は伐採することを検討する。

また，高水敷が広く景観が単調な場所，利用者数が多いが木陰が少ない場所等においては，必要に応じて，「河川区域内における樹木の伐採・植樹基準」（平成10年6月，建設省河川局治水課）を参考に，植樹が望ましい箇所を設定する。

③環境面からみた目標設定と樹木の配置計画

環境面の目標は、河川整備計画等で設定されている河川全体の目標像に照らし合わせて設定することが望ましい。ただし、特に目標像が設定されていない河川では、以下の視点から、実現可能な目標を設定し、保全が望ましい樹木群、伐採が望ましい樹木群を選定する。

- ・過去の場の特性から現在までの場の特性の変遷を自然的・人為的要因から分析し、これからの河川の姿を描出し、樹木群の配置計画の検討を行う。
- ・多様性及び連続性の観点から、良好な生物の生息環境に大きく寄与していると判断される樹林は保全することが望ましい。逆に樹林が連続して単調な生息環境を形成している樹木群の伐採にあたっては、多様な生息環境を創出するよう配慮することが望ましい。
- ・集団繁殖地や産卵床など代替性の低い環境は保全することが望ましい。
- ・希少性が高く、かつ移動能力の低い植物や昆虫類の生育・生息地は保全すること望ましい。
- ・在来の植物の生育環境を著しく脅かす侵略的外来種の樹林など、周辺の生態系に悪影響を及ぼす樹林については駆除等も検討する。
- ・多くの人が利用する場所から見える良好な景観は保全することが望ましい。逆に、地域の主要なランドスケープの眺望を阻害する樹林は伐採等も検討する。

また、河川特性によっては、植樹により、河畔林、コリドー、日陰、地域のシンボル機能等を創出することが望ましい場合もあることから、必要に応じて植樹箇所を選定するものとする。

#### ④河川の巡視・点検からみた目標設定と樹木の配置計画

河川の巡視・点検に関する樹木群の目標は、平常時に監視が必要な箇所が堤防上から確認できることである。河川の巡視・点検からの評価結果に基づき、伐採が望ましい樹木群を選定する。

#### ⑤樹木の配置（伐採・存置・植樹）一次案の作成

流下能力、洗掘・侵食の防止、環境面、巡視・点検面の各観点からの樹木群の配置案は、場合によっては相反する結果となる場合がある。各河川の各箇所における優先度を総合的に判断して樹木配置の一次案を作成する。

環境上重要だが治水上伐採が必要となる箇所では、代替となる環境を創出するなど、ミティゲーションも検討する。

#### ⑥樹木の配置（伐採・存置・植樹）一次案の修正

上記で作成した一次案は、流下能力と流向・流速の水力計算（準二次元不等流計算等）により検討を行い、必要に応じてフィードバックを行って、最終案の作成につなげる。

樹木配置の一次案の評価により、流下能力、洗掘・侵食の防止、環境面、巡視・点検面の各要素が相反する場合は生じたときには、各要素の調整を行う必要がある。

一次案の評価結果により、流下能力、洗掘・侵食の防止、環境面、巡視・点検面の各要素機能が確保できない場合には、各機能の重要性の差異を考慮して、再度樹木群の配置の修正案を作成し検討を続ける。

#### ⑦樹木配置最終案の策定と樹木管理計画図の作成

樹木配置の一次案に対して検証を行った結果として、流下能力、洗掘・侵食の防止、環境面、巡視・点検面の各観点の調和がとれた樹木配置最終案を策定する。

さらに、樹木の維持管理のために以下のような情報を含む樹木管理計画図等の作成を行う。区間毎に治水及び環境上の情報、伐採・保全対象樹木群等を記載した樹木管理計画図を作成

する。樹木管理計画図は、以下に示す情報等を 1/5,000 ～ 1/10,000 程度の図面に図 5-22 のように記載するとよい。

・治水に関する情報

目標流量を満足しているか否か、被災実績 等

・環境に関する情報

重要な生息環境、地域からの要望 等

・伐採計画

伐採樹木群、保全樹木群、伐採及び保全樹木群の評価結果 等

・モニタリング計画

モニタリング計画は、モニタリング調査の内容（目標や指標、注目すべき事項）、調査頻度等を整理する。また、伐採後からの時系列的な管理内容がわかるように記載する。

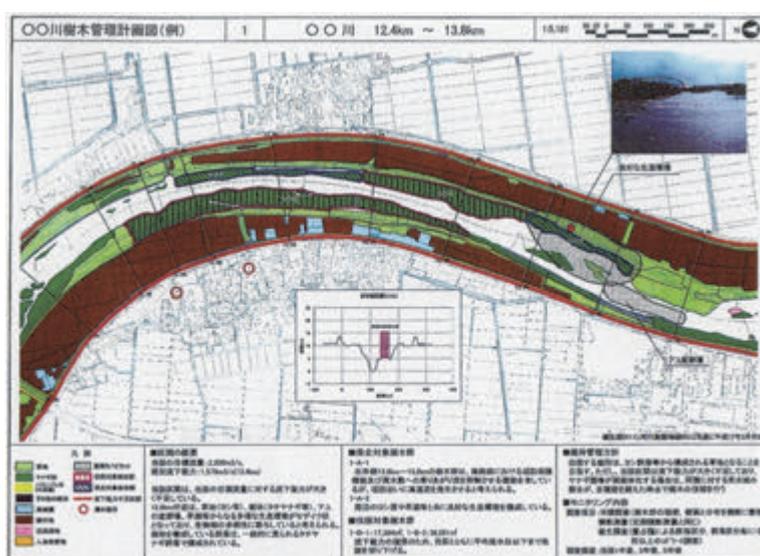


図 5-22 樹木管理計画図の作成例

**メモ 河道流下断面の確保の観点からの植生の維持管理目標と維持管理計画**

河道流下断面の確保の観点からの河道の維持管理は、管理目標流量（通常は河川整備計画の計画高水流量）を維持管理用洪水水位（通常は河川整備計画における計画高水位）以下に植生を維持管理することである。植生は時間経過において変化するものであり、変化を監視し、適切な時期に河道の掘削および植生の除草、樹木伐採を実施する必要がある。

ここで課題となるのは、管理用洪水流量を前提とした管理用洪水水位を確保するための植生の除草・樹木伐採と言う行為のサイクル期間 T（維持管理行為を繰り返す間隔年）の設定の考え方、および維持管理行為による流下能力回復量の設定の考え方である。

検討対象河道区間の流下能力が、管理目標流量を上回り、かつ流下能力が経年的に増加傾向にある場合には、流下能力確保のための維持管理行為は必要とされず、河川利用、景観・生態系の保全の観点から植生管理がなされる。

植生の成長・繁茂域の増大により流下能力が減少し、かつ近未来において維持管理目標水位を超える恐れのある区間では、維持管理流量を確保するための河道の維持管理が必要とされる。この場合のサイクル期間 T と流下能力回復量の設定は、以下のように考える。

サイクル期間 T は、河道形状のインターバルが概ね 5 年程度とされ、また河川整備計画のチェック・見直しは 5 年程度で為されると想定されるので、5 年程度が目安となろう。当然 T 年内に大きな出水があり植生状況が大きく変われば、そこで河道の維持管理計画を見直すことになる。なお草本類は、河川利用、景観・生態系の保全の観点から植生管理を実施しなければならないことがある。流下能力減少率が一定であれば、流下能力減少分だけ、毎年、維持管理を実施した方が維持管理コストは小さくなるが、その差は大きなものでない。洪水の発生の偶然性や、樹木の高木化による樹木の繁茂密度の減少や阻害率の減少等も有り、未来の不確定性や流下能力評価の不確実性（粗度係数 10%の差異は評価水深の 6%の差異に相当する）を考えると、5 年程度の間隔での見直しが妥当であろう。PDCA サイクルに繰り返されるべきなのである。

流下能力回復量の設定は、近年の流下能力の減少量を過去の記録より算定し、5 年間の最大値を目安とすれば良い。

なお、現在生じている流下能力の減少は、高水敷耕作地の放棄地の樹林化、治水ダムによる洪水流量の減少に伴う低水路幅の縮小や砂州の固定化による樹木生育空間の拡大、流下能力拡大という治水目的による低水路幅の拡大や河床掘削の河道の応答として低水路幅の縮小や河岸高の増加による樹木生育空間の増大という人為的なインパクトと、昭和 30 年代前半まで行われていた草肥、燃料、建築資材として採取され管理されていた植生が生活様式や農業技術の変化により利用されなくなったという社会構造の変化に起因している。

植生と河道形状の管理を同時に行わざるを得ない場合もあるのである。

## 5.7 河口部の対策手法

### (1) 河道内の土砂堆積対策

河口付近上流の土砂堆積により、流下能力不足や、不足の恐れがある場合、治水安全度の確保のために浚渫・掘削するものとする。

浚渫および河床掘削による河道維持管理については、堆積速度を評価し、維持浚渫・掘削計画を策定するものとする。

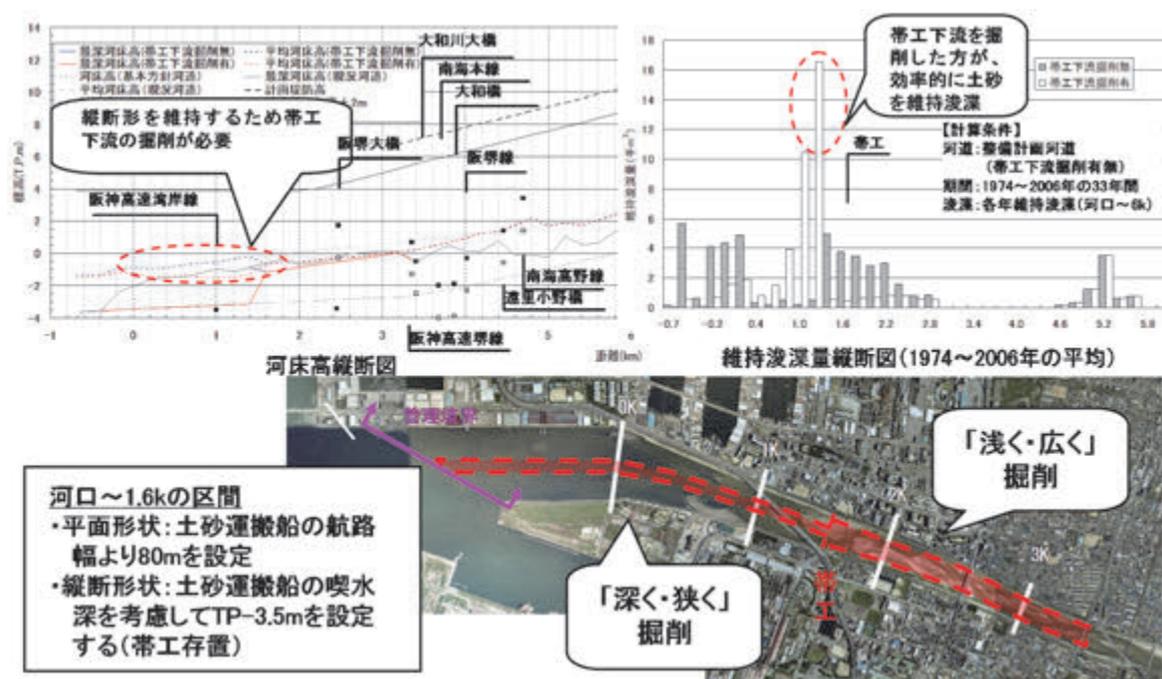
セグメント 2-2 および 3 の河口域は河床勾配が緩く、また高度経済成長時代に流下能力向上のため掘削され河積が増加した。本来、この河道区間は堆積性の地形であり掘削すると河床上昇速度が増加する。また、塩水による細粒物質の凝集作用が働き、上流から運ばれてきたシルト・粘土などの微細土砂が堆積しやすくなり、河床材料の細粒化が生じた河川がある。河道の治水面から見ると河積が減少して洪水氾濫の危険性が増加し、また港湾や航路の維持の面から見ると航路が埋没して船舶航行に支障がでるといった問題も発生しやすい。そのため、河道管理の観点からは、洪水の疎通能力の維持や航路維持のための堆積土砂の浚渫が必要となる場合がある。

事例：大和川における対策事例

①河道の維持管理方法

河口部は上流からの掃流土砂により堆積傾向にあることから、河積阻害を防止するための定期的な浚渫、掘削により、河道を維持している。

- ・河口部は、維持管理を行わないと、土砂堆積が進行する傾向にあり、河川整備後も土砂堆積による治水安全度の低下を回避するため、維持管理を必要とする。
- ・維持浚渫、施工面を勘案すると、現計画（河口～1.6kの区間）の河道形状が最適。
- ・1.6kmに設置されている帯工下流を溝掘することにより、帯工上流の再堆砂量が減少、下流で効率的に土砂を維持浚渫できる。



・維持浚渫、施工面を勘案すると、現計画(河口～1.6kの区間)の河道形状が最適  
 ・帯工下流の掘削(溝掘)有無の維持浚渫量を比較した結果、帯工下流を掘削した方が、帯工上流の再堆砂量が減少し、下流で効率的に土砂を維持浚渫できる  
 ・帯工上流の計画河床高を維持するためにも、帯工下流を掘削する必要がある  
 ・施工面では、河口部における土砂の陸上運搬は困難であり、航路運搬が必要となる

図 5-23 大和川の河道維持計画の概要

②モニタリング計画

河口部の堆積や局所的な洗掘に対しては、継続的な水位観測や調査、測量等により、対策箇所を設定、実施後にモニタリングを実施し、次の河川管理のロードマップを策定する。

河口部～6k付近は、継続的な測量調査による断面変化や粒径調査、底質調査により出水と堆積量の相関性等を把握する。6k～17kは、洪積粘土層に堆積する砂層厚と流量の関係をモニタリングし、局所的深掘れ、構造物への影響の有無を調査する。全体的には、特に現況で根入れが不足している橋梁の橋脚周辺の局所的深掘れに留意する。

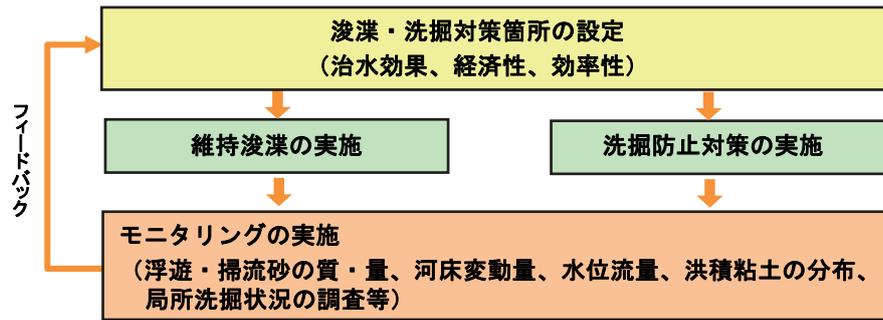


図 5-24 モニタリングの考え方

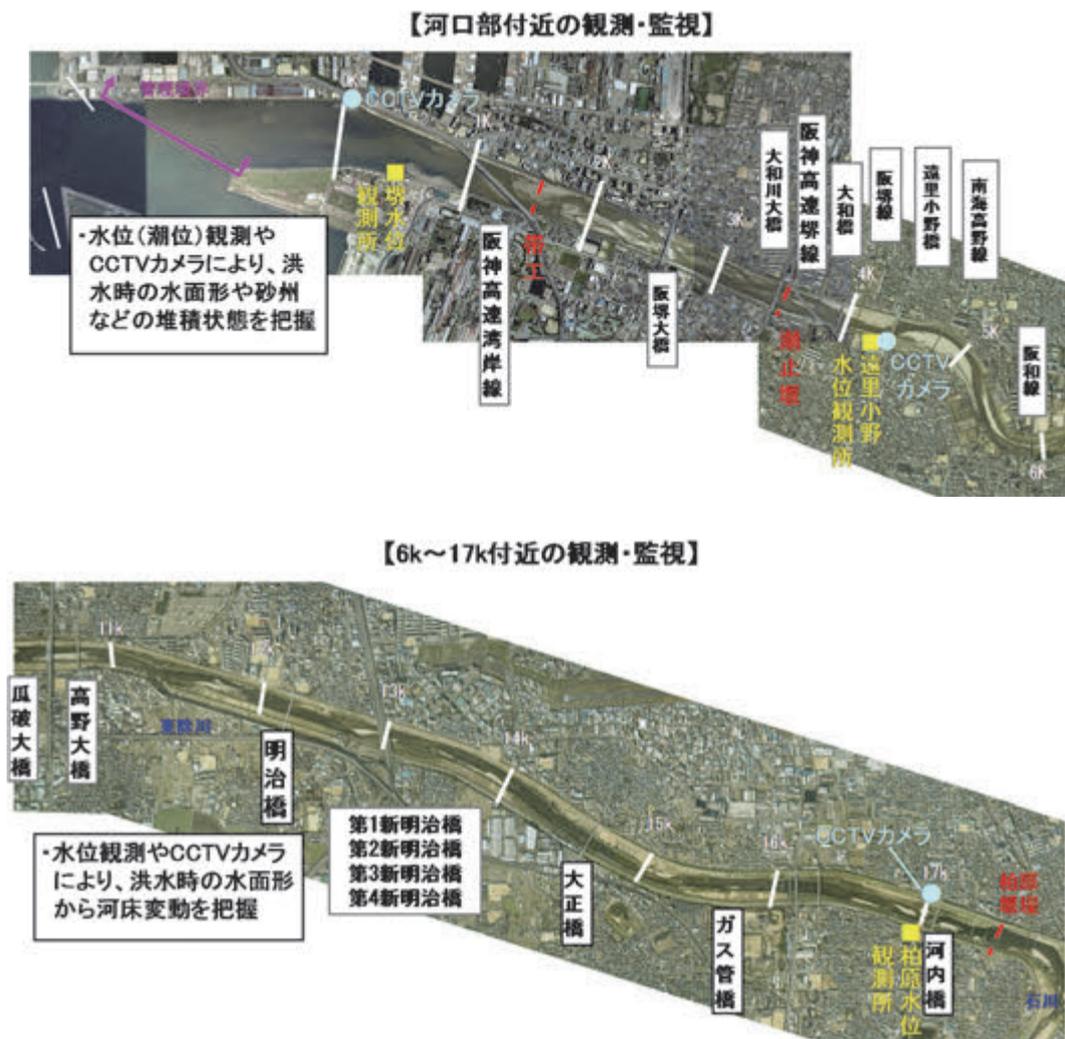


図 5-25 モニタリング計画

## (2) 河口砂州対策

河口に発生する河口砂州による治水安全度の劣化に対する対策工法としては、以下の方法から選択するものとする。(山本, 1978 ; 山本他, 1988)

### ①維持掘削

河口砂州の発達により、治水安全度が確保できない場合(計画高水位を超える)は、砂州の一部を人工的に切り開き河水の排除を容易ならしめ、また洪水の砂州越流時期を早め、砂州をフラッシュさせ、水位の低下を図る。掘削土砂は、河口付近の海浜および河口テラスに置き土し、系外に持ち出さないように努める。

なお、河口付近の流下能力増強のために、砂州および砂州上流部を掘削すると洪水時の掃流力が掘削前より低下し、そこに土砂がたまるため河口からの流出土砂量が減少し、また河口砂州の再生に河口テラス材料が使われるため、河口付近の海岸侵食および河口砂州位置の陸側への後退が生じる。河口砂州および河口付近の河床掘削はなるべく避けるものとする。

### ②河口部計画高水位の変更

河口砂州が存在することを前提とし、河口部の計画高水位を変更する。

堤防のかさ上げを伴う。

### ③河口導流堤の設置

河口導流堤により砂州の成長を抑制し、水位の低下を図る。

砂州上流の河道幅で両側に導流堤を設置しても河口砂州の発生は防げない。波浪が導流堤内で減少するような平面形とする必要がある。

### ④暗きょ工の設置

河口砂州部を暗きょ工で抜いてしまうもので、河口砂州の変動にほぼ無関係に河水を海に放流できる。一般に小河川で用いられる。

## 1) 河口地形

外海に流出する河川の河口部には、波浪・潮汐流・河川流などの複数の外力が作用し、さらに密度流効果も重なるために、その地形変化はきわめて複雑である。洪水時には河川の流速と水深増により、河床に働く掃流力が大きくなって、河床の堆積土砂がフラッシュされる。洪水時の水位上昇が緩やかで、河口が開口している場合は、側岸侵食により砂州が徐々にフラッシュされる。完全閉塞している河口や部分的に開口している河口であっても、洪水時の水位上昇が速い場合には、洪水により水位が砂州を越えるようになり、砂州全体が一挙にフラッシュされる。このときの水位は、流量の増加に伴う砂州部開口河積の拡大が追従できないため、急激に上昇し、流量ピーク以前に河口水位のピークが現われる。このような現象は、中小河川でその傾向が強く、流量ハイドログラフの立ち上がり部分の流量変化速度や河口砂州高が大きく影響する。

河川から流出した土砂は、河口部における潮汐流と砕波に伴う海浜流とによって再度河口砂州を形成する。土砂供給の大きい河川では出水時に流出した土砂により河口テラスが形成される。内湾に面した河川においては、波による変形は少ないが、外海に面した河川の河口テラスは、波により河口砂州の再生材料として打ち上げられ、また汀線方向に運ばれ海浜材料となり、縮小する。

河口砂州の高さは波浪の波高，周期，海浜材料の粒径，海浜勾配に依存して変化し，波高が高く，周期が長く，かつ粒径が大きいほど砂州高は高くなる。

河口の開口部の位置は，河川流量や波浪条件の変化に応じて変動する。沿岸漂砂の卓越する海岸では，河口位置が沿岸漂砂の下手側に移動し，また元に戻るといった変動を示す場合も多い。

導流堤等によって沿岸方向の砂移動が阻止される場合には河口位置の変動幅は小さくなる。沿岸漂砂が卓越している場合には上手側に土砂が溜り，下手側は河岸侵食が生じる。

河川からの流出土砂が多い場合には，河口部に土砂が堆積して河口が沖へ移動し，反対に河口上流での河床掘削などにより供給土砂量が減少し，沿岸漂砂によって運び去られる量との均衡が失われると，河口砂州は陸側（河道内）へ移動する。なお，外海に面している河口では，掘削によって河口砂州を取り除いても，沿岸漂砂が河道内に入り込み，砂州が再発達する。

開口部の幅や断面積は，潮汐流および河川流の作用によって広くなり，波浪の作用によって狭くなるといった変動を繰り返す。

### 事例：羽越荒川における維持対策

#### ①河口砂州の変遷

羽越荒川河口部の砂州は，右岸より発達し，開口部は左岸側約 130m 程度，砂州幅は 80m～120m で，近年においては，縮小化・後退傾向にある。

1975 年までは，砂州開口部は右岸側，位置は-0.25k より海側にあったが，1975 年以降，開口部は左岸側，位置は-0.25k まで後退している。（1975 年より整備された突堤・離岸堤・緩傾斜護岸（特に 1994 の塩谷海岸突堤）の影響）

羽越荒川河口部の波浪は冬季季節風に起因するため，北西方向が卓越し，波浪エネルギーは冬季に大きい。

砂州の開口幅が広いと冬季風浪が河川内に進入し，低水路護岸等の洗掘の可能性が高まる。現状で波浪による洗掘被害は生じていない（冬季最大開口幅 150m）が，150m を上回る場合には波浪による影響の可能性はある。

2004 年（平成 16）7 月の出水（ $4000\text{m}^3/\text{s}$ ）により河口砂州は全面的にフラッシュした。

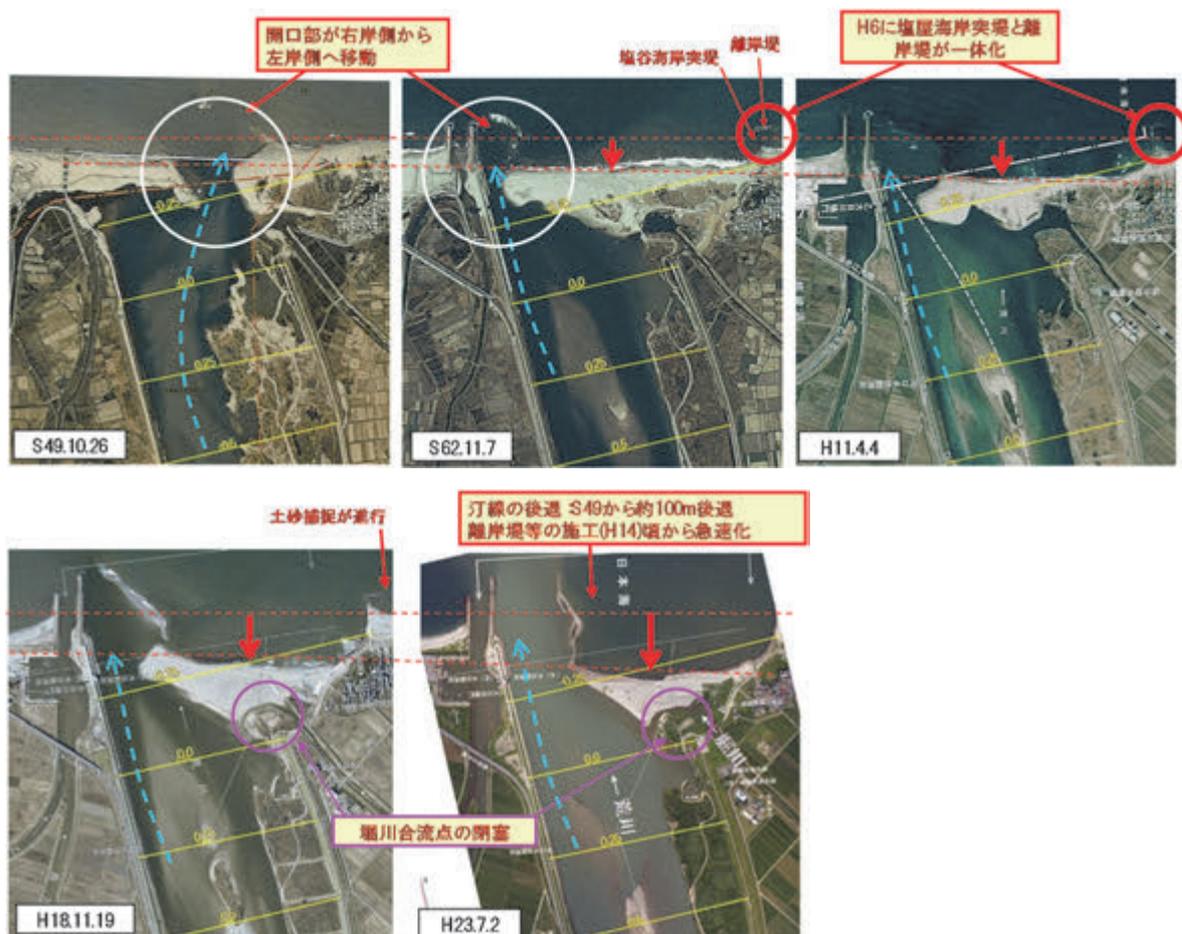


図 5-26 河口砂州の変遷

②河口砂州の現状と課題

現在の河口砂州は、洪水時の流下阻害、砂州位置の後退による支川堀川合流点の閉塞が問題となっている。一方で、砂州の存在は、冬季風浪から低水護岸などの河川施設を防護する機能もあるため、「通常時は砂州が存在し、洪水時にフラッシュされるような維持管理の実施」が課題である。

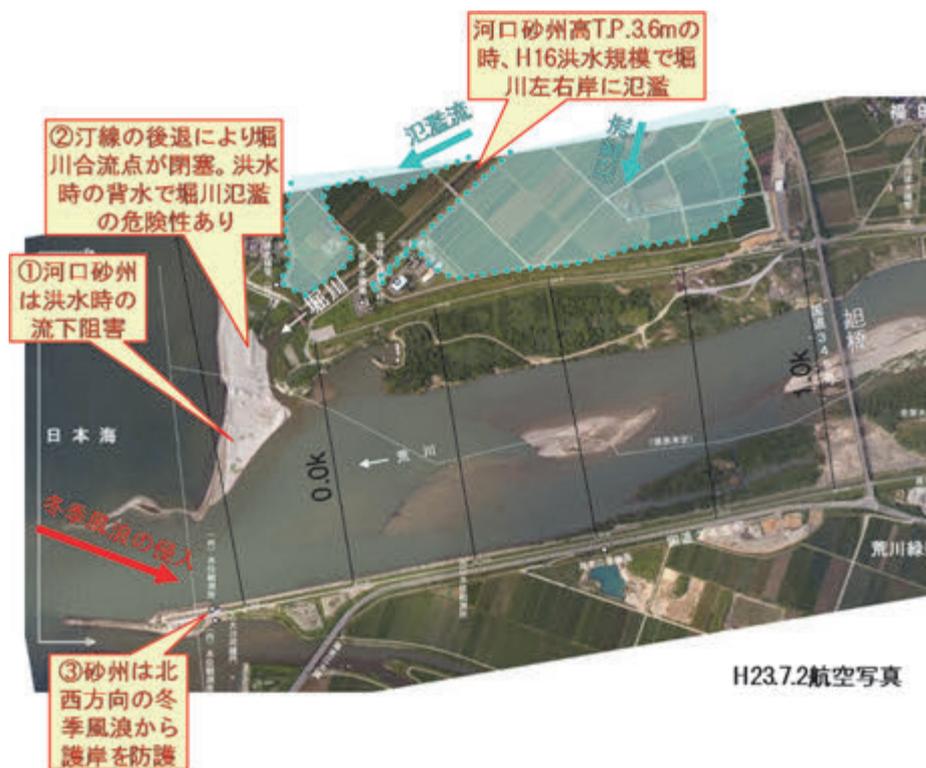


図 5-27 河口砂州の存在による課題

③河口砂州の管理方針

現況河道では、砂州高が T.P+3.1m を超えると砂州がフラッシュせず、また、堀川からの氾濫量が増大すると予想されるため、T.P+2.5m (0.5m の余裕確保) で砂州高を管理する。さらに、砂州のフラッシュを誘発するため、横断掘削幅 50m、管理高 T.P+2.0m の掘削 (トレンチ) を実施する。

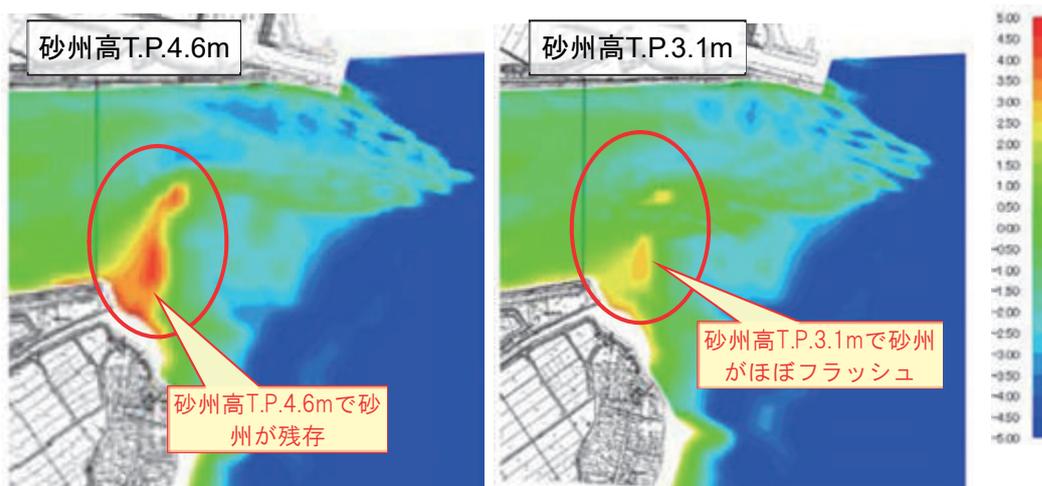


図 5-28 通水後河床高コンター

#### ④モニタリング計画

経済的かつ効率的なモニタリングを行うため、下記のモニタリング計画を作成した。

砂州平面形状の変遷把握のためGPSを用いた簡易観測を月1回実施し、砂州の変動を把握する。冬季風浪による砂州の変動も、GPSによる平面形状の計測を基本とする。

これまで年2回(10月, 3月)実施していた砂州形状、河道横断など詳細なモニタリングは出水期前の5月を基本として実施し、砂州高が維持管理高を上回る場合は砂州の維持掘削を行う。

出水期にフラッシュを伴う洪水が発生した場合は、砂州のフラッシュ状況、砂州規模の変遷、河口テラスの変化などを把握するために詳細な洪水後調査を実施する。この結果を用いて、砂州フラッシュメカニズムを把握し、河道計画の出水水位の検討などの基礎資料を収集し、今後の河道計画に反映させる。

洪水後モニタリングでは、河道の横断測量に加え、河口テラス区域の海底形状の連続した把握が必要であり、河口域での計測区域の深浅測量を実施する。

### (3) 河口砂州・河口付近海岸侵食後退対策

河川からの供給土砂量の減少は、河口砂州の陸側への後退、河口付近の海岸侵食を生じさせる大きな原因である。必要に応じ以下の対策を実施し、その効果をモニタリングする。

- ・養浜  
河口付近・河口テラスに河口砂州の構成材料相当粒径を持つ土砂を養浜する。
- ・堤防および護岸の補強  
波浪の進入による堤防および護岸が破壊されないよう強化する。また消波工を設置する。
- ・海岸堤防・離岸堤・突堤の補強  
海岸構造物による侵食防止を行う。

#### メモ 河口導流堤の計画・設計法

以下の文献が参考となる。

- ・山本晃一, 1978; 河口処理論[1]—主に河口砂州を持つ河川の場合—, 土木研究所資料第1394号。
- ・山本晃一, 1978; 河川の流量改定に伴う河口処理の問題点, 土木技術資料第20-2。

## 5.8 河道の維持管理対策後の河道の監視・記録

河道の維持管理対策の実施によって河道の機能は維持または回復する。

一方、河道の形状は河川を流下する流水や土砂等により絶えず変化しており、対策の実施によって河道の変化が予想される場合は、対策の効果判定や問題点の発見のため重点監視箇所として位置付け、河道のモニタリングを5年程度実施し、今後変化が少ないと判断される場合は通常の監視体制（目視点検）に入るものとする。

### 参考文献

- 宇多高明，高橋晃，伊藤克雄(1993) 治水上から見た橋脚問題に関する検討，土木研究所資料第3225号。
- 外来種影響・対策研究会（2003）河川における外来種対策の考え方とその事例，リバーフロント整備センター。
- 柏井条介（2004）堆砂対策によるダム貯水地の持続的利用，土木技術資料47-1，pp.46-51。
- 木下良作，三輪弐（1979）砂レキ堆の位置が安定化する流路形状，新砂防Vol.94，pp.12-17。
- 建設省河川局治水課（1998）河川区域内における樹木の伐採・植樹基準。
- 財団法人河川環境管理財団（2005）流量変動と流送土砂量の変化が沖積河川生態系に及ぼす影響とその緩和技術，河川環境総合研究所資料第16号。
- 財団法人河川環境管理財団（2010）河道特性に及ぼす粘性土・軟岩の影響と河川技術，河川環境総合研究所資料，第29号，pp.136-164，250-257。
- 財団法人河川環境管理財団（2012）河川植生管理論，河川環境総合研究所資料第31号。
- 財団法人国土技術研究センター編（2002）河道計画検討の手引き，山海堂。
- 財団法人国土開発技術研究センター（1998）床止めの構造設計の手引き，山海堂。
- 財団法人リバーフロント整備センター（1999）河川における樹木管理の手引き，山海堂。
- 須賀堯三，西田祥文，高橋晃，坂野章(1982) 橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討，土木研究所資料第1797号。
- 角哲也（2003）日本における貯水池土砂管理，流域一貫の土砂管理，第3回世界水フォーラム統合的流域および水資源管理分科会，（財）ダム水源地環境管理センター，pp.103-118。
- 角哲也，高田康史，岡野眞久（2004）土砂管理の軽減を目的とした治水利水分離型ダム事業のライフサイクルコストに関する研究，河川技術論文集，Vol.11，pp.209-214。
- 中川一（2004）流水・土砂の管理と河川環境の保全・復元に関する研究，3.2.1土砂生産・流出の総合管理システム，財団法人河川環境管理財団，pp.41-44。
- 山本晃一（1978）河口処理論[1]，土木研究所資料第1394号。
- 山本晃一（2010）沖積河川，技報堂出版，p.203，334，pp.455-575。
- 山本晃一編著（2003）護岸・水制の計画・設計，山海堂。
- 山本晃一編著（2014）総合土砂管理論，技報堂出版。

- 財団法人河川環境管理財団（2009）鬼怒川の河道特性と河道管理の課題，河川環境総合研究所資料，第25号。
- 山本晃一，高橋晃（1980）河川水理実験の手引き，土木研究所資料第2803号。
- 山本晃一，高橋晃（1993）黒部川の河道特性と河道計画，土木研究所資料第3139号。
- 山本晃一，高橋晃（1993）扇状地河川の河道特性と河道処理，土木研究所資料第3159号。
- 山本晃一，高橋晃（1988）河口処理論[2]，土木研究所資料 第2677号。
- 山本晃一，高橋晃，佐藤英治（1989）河道平面形状と砂州の関係に関する基礎調査，土木研究所資料第2806号，pp. 312-368。
- 山本晃一，戸谷英雄，阿佐美敏和（2007）河道維持管理システムに関する検討，河川環境総合研究所 第18号，pp. 101-149。
- 吉田大（2008）河川の維持管理基準とこれからの河川管理，第30回河川管理研修テキスト，社団法人河川協会。
- 渡辺明英（1991）ベーン工の設計法に関する調査．土木研究所資料 第2956号。
- NIKKEI CONSTRUCTION（2009. 8. 14）帯工と水制工でよみがえる魚のすみか，pp. 12-17。



## 第6編 河道変化に対する河川管理施設の機能劣化対策

### 6.1 総説

#### 6.1.1 河川管理施設の機能確保と河道の維持管理

代表的な河川管理施設である堤防をはじめ、護岸・水制、床止め等の河川管理施設は、洪水に伴う河床低下や流体力の増加に起因する基礎の浮き上がり、転倒・滑動等による破損を生じる。これらは、樋門、樋管、水門、堰、排水機場等の構造物や機器、許可工作物についても同様である。

河道変化による施設の機能の損傷・支障を及ぼす変状・劣化の度合いについては、施設構造物の力学的設計法により施設が施工されていれば、力学的な照査法が可能である。しかし、現状では一部を除いて定量的に機能劣化度を評価するのは困難であり、変状・劣化の時系列変化を把握しつつ、洪水による機能損傷を予見しながら機能維持行為を実施している。河川管理者の持つ経験的知見という主観的（非定量的）要素に頼っているところがあり、合理的な判断基準が策定されているとは言えない。従って、施設毎に目視を中心とした点検を適切な時期に行い、日常の河川巡視と相まって施設の状態を把握し、その変状・劣化程度による施設の機能評価を行い、財政的、技術的及び社会的制約を考慮して、当該施設が同種、同規模の河川の管理の一般的水準及び社会的通念に照らして是認しうる安全性を欠いているかを判断し、必要な対策を実施するというプロセスが取られてきた。判断基準（河川管理瑕疵の判断基準）は、「当該施設が同種、同規模の河川の管理の一般的水準及び社会的通念に照らして是認しうる安全性」となるが、その是認程度は河川技術界における経験を通じた（歴史化された）共同主観性に基づいている。

施設の機能維持に関する目標は、堤防、護岸、根固め工、水制工、床止め工、堰、水門、樋門、樋管、排水機場等の機能維持が図れるよう、河道特性の差異を表出する河道セグメント、施設の種別等に応じて設定することが基本である。また、河川の状態把握の基本となる水文・水理観測施設の観測精度の確保も重要である。さらに、施設の機能維持を実施する際には、河川の利用や河川環境の整備と保全に関する目標と整合させることも重要であり、目標設定に当たって留意する必要がある。

ところで、河川管理施設の安全性と機能維持に当たっては、施設設計時に想定された施設を囲む地形条件および外力条件と現状との差異を評価し、施設の安全性および機能の劣化程度を施設設置当時の技術基準や理論水準と現時点の差異を含めて評価し、河道の維持管理対策および施設の維持管理対策（補強対策）を実施する必要がある。

河川管理施設および許可工作物の安全性確保のための維持管理および対策の範囲は、狭義には施設の機能維持のために河道の変化およびそれに伴う施設に働く外力の変化に応じて施設の補強、基礎工の根継ぎや増設を行う構造物の機能維持であるが、広義には河道の形状を人為的に制御（埋め立て、掘削、平面形の変更）する、植生の管理を実施する、河床変動制御施設を設置する、という河道の維持管理対策と合わせて対処する場合がある。

前者の河川構造物そのものの維持管理は、構造物設置場という空間（ローカル場）であるが、後者の河川管理施設の安全性確保のための河道の維持管理および対策の対象空間場は、河川構造物を含むリーチスケール場、小セグメントスケール場であり、そのスケール場を規制する流砂系

の制御を含む場合もあり、より対象空間が広い。

なお、河川管理施設の河道の変化による機能劣化に対する施設の補強対策は、施設の維持管理対策の範疇に入るが、河道の維持管理対策と見なされる場合もあり得る。例えば、河床低下を抑制するために新たに付加する床止め工、護床工や捨て石は、河道の維持管理対策とも言える。

河川管理者が管理する河川管理施設は、河川管理者が維持管理を行う。許可工作物については、「設置者により河川管理施設に準じた適切な維持管理がなされるよう、(河川管理者は)許可に当たっては必要な許可条件を付加するとともに、設置後の状況によっては必要に応じて指導・監督等を実施する。」(国土交通省河川砂防技術基準維持管理編)とされている。なお、許可工作物の点検は、設置者が実施するのが基本であるが、河川巡視等により許可工作物についても概括的な状態把握に努める。許可工作物と堤防等の河川管理施設の接合部は弱点となりやすいので、そのような箇所については各々の施設の点検の中で河川管理者が必要な点検を実施することを基本としている。

## 6.2 河川管理施設の維持管理対策

### 6.2.1 護岸・水制

護岸・水製の破壊原因の大部分は、河床が長期的に低下し、または洪水によって一時的に洗掘され、その結果、根入れが浅くなり、ついには法先から崩壊する、いわゆる法先洗掘崩壊が大部分である。このため、法先の崩壊を予測し、事前に法先保護対策を実施するものとする。

護岸・水製の維持管理は、以下の流れで実施する。

#### ①河床高(平均・最深)の経年変化の把握

護岸前面等、施設の基礎周辺の河床高の変化を定期縦横断測量成果から把握し、特に低下傾向(全体的な低下傾向、局所的な低下傾向)にある場合には、特に注意して横断測量を実施する等、モニタリングを継続し、監視する。

特に、低水路の湾曲部外岸側は、湾曲部外岸の下流に生じる強制渦によって流速が速くなり、深掘れが生じる。このため、定期的な測量のみならず、出水後の状況を確認する等の継続的なモニタリングが必要となる。湾曲部の上流では内岸に生じる自由渦により内湾側が侵食されることがあり、注意が必要である。

なお、不透過の水制高の高い水制工が設置されている場合には、水制工の前面で局所的に水位上昇が生じ、その部分の水位が大きくなるため、全体的な水位縦断から見ると過大な左右岸水位差を生じることがあることから、構造物と痕跡水位との位置関係について留意して痕跡水位の評価(痕跡水位による河道粗度の分析等)を行う必要がある。

#### ②構造物の根入れ高と根固め工幅の把握

護岸・水制構造物の根入れ高が分かる「根入れ高縦断図」「根固め工幅縦断図」等を作成し、施設が更新された場合には随時見直し訂正を行い、①での横断図、縦断図との比較を行うことで現在の構造物の安全度(破損危険度)の判断情報とする。

## ③目視点検による護岸・水制の変状把握

護岸・水制は、河道内の流水による河岸の侵食や河床の洗掘に対して、低水路河岸および高水敷、堤防等を保護する目的で設置される構造物である。洪水により、河床の洗掘、河岸の侵食により護岸が被災すると、河岸沿いの管理用通路・高水敷の保全や堤防等への悪影響を及ぼし、ひいては堤防の決壊等へと繋がる場合がある。

そのような場所は重点監視区間に設定し、護岸・水制ブロックのはらみだし、めくれ、欠損、クラック等の変状を監視するとともに、護岸・水制ブロックの沈下や、目地の開き等の空洞化の予兆となる変状をよく観察・記録し、①、②での分析結果と合わせ、護岸・水制の機能保持が可能か判断する。

## ④維持対策

護岸・水制が破損してそれにより堤防が損壊する恐れ、高水敷の機能が失われる恐れがある場合、深掘れ部に捨て石の投入、護岸・水制の破損箇所の補修、根継ぎ、根固め工の補強、深掘れ軽減工法等の対策を実施するのが通例である。

護岸・水制前面の局所洗掘深を軽減するために、低水路平面形状の変更、横断形状の変更（堆積部の掘削）は、河道の維持管理対策といえる。

**メモ 護岸・水制の設計と設計対象河床高**

護岸・水制の設計の考え方および設計のための河床高の考え方については、山本晃一編著（2003）護岸・水制の計画・設計、山海堂を、参照されたい。

設計法が構造物の維持管理の評価基準となるはずであり、設計時の設計外力条件と現況および近未来の外力条件との差異に関する情報が、維持管理方針および維持管理対策決定の根拠性になるはずである。なお、水制は河床から突出するので、それ自体の存在により水制周りに洗掘が生じる。水制設計に当たっては、この局所洗掘に対応できる構造設計としなければならない。河川構造物の維持管理として、その差異をどこまで許容するか判断基準が必要となる。なお、直轄河川では平成以前において設計条件として計画河床高を評価基準とし、それより1.5m程度下を護岸基礎高の設計条件としているものが大部分であった。河岸における深掘れ高はこれにより決まるものでなく、近未来の平均河床高低下量、砂州の配置変化、河道平面形の変化、河床材料の変化等の影響を受ける。平成以前の護岸の安全性の評価に当たっては新たな設計条件を用いて設計河床高を評価する必要がある。

必要な判断項目は

- ・ 構造物周辺の最深河床高と設計河床高の差異
- ・ 構造物に働く流体力および土圧の設計時との差異
- ・ 護岸・水制必要設置範囲の設計時との差異（流況、流向の差異）

の3項目であるが、護岸・水制では1番目の項目が判断項目となるのが大部分である。

護岸・水制の設計においては本体の基礎工（基礎工高）まで河床が掘れても構造物が破壊され

ないように根固め工を基礎工周辺に敷設するが、設計当時の技術的知見および財政の制約により、そうならないものもある。根固め工の前面の河床洗掘により根固め工の破壊および流出が生じる洗掘深が許容洗掘深となる。

## 6.2.2 横断構造物

堰等の横断構造物では、上下流河道の河床変動、局所流、偏流の発生等による河床洗掘、および土砂の吸出し、流水や転石による衝撃等により、堰本体・護床工・取り付け部の沈下・不陸や流出・堰本体の損傷を受ける場合がある。

落差を持つ堰、床止めは、上流からの流水の高水敷への乗り上げ、低水路部への落ち込みの発生（迂回流の発生）により河岸の侵食や高水敷の侵食の発生、さらに進行すると、堤防の決壊等へとつながる危険性がある。

頭首工の下流河床が低下し、洪水流水の越流形態が潜り越流から完全越流型に変わり、構造物に働く流体力が大きくなり構造物が被災した事例がある。

伏せ越し（サイフォン）は、設置当時の河床が低下し、伏せ越し天端の露出による床止め機能を持つものとなり、河道の維持管理の観点から対処せざるを得なくなっている事例がある。

以上の状態が生じた場合には、必要に応じて保護対策を実施するものとする。

維持管理対策の流れは、以下のようである。

### ①上下流河道の河床変化の把握

固定堰や床止め等により、その上流部では水位の堰上げが生じ、土砂の堆積・固定化に伴う洪水時の流下阻害が懸念される。

このため、定期縦横断測量による土砂動態の把握を行うとともに、河床変動、流下能力等河道の状況を確認し、必要に応じて維持掘削等の対策を行う必要がある。

一方、本体及び水叩き部は、下流から洗掘を受けて吸出しの被害を受けやすい。このため、横断測量、平面測量等により河床高の把握に努めるとともに、護床工の変状等についても合わせて把握する。

### ②目視点検による護岸等の変状の把握

①でのデータによる把握と合わせて、堰本体（床止めは護床ブロックのみで構成）、水叩き、擁壁部の損傷状況を把握するとともに、護床工の沈下・不陸、流出等の変状、上下流河道の河床洗掘状況を把握する。

### ③維持対策

上記把握情報に基づいて横断構造物設計当初の設計外力および周辺地形条件と現時点での外力および境界条件の差異を調べ、構造物の被災に対する安全性をチェックする。

これらに基づく河道の維持管理対策としては、横断構造物下流に床止め工の設置による河床高の維持、深掘れ部への異形ブロックあるいは捨て石投入による河床高の維持工事、水系土砂管理の視点に立脚した上流からの土砂補給が考えられる。横断構造物自体が劣化あるいは必要強度に

満たない場合には、補強・補修・改良と言う施設の維持管理対策を行う。

### 事例 阿賀野川渡場床固の維持管理対策

阿賀野川河川事務所では、阿賀野川および早出川の両岸で総延長約 75.1km（平成 23 年度末時点の堤防DBより）に及ぶ堤防をはじめ、水門・閘門、樋門・樋管、排水機場、陸閘の 25 施設、渡場床固、沢海第一床固・第二床固を維持管理している。

維持管理計画の内容の骨子は、

#### ①異常洗掘調査

- ・ 異常洗掘に起因する根固、護岸の変状に注視した目視巡視や臨時巡視を行い、必要に応じて水深測量等の詳細調査を実施することとする。
- ・ 定期横断測量結果等を併せて活用することで、洗掘の発生状況やその原因を評価できる場合があるため、巡視にあたっての参考とする。
- ・ 水位や流量など外力の発生状況に応じた異常洗掘発生を想定できる場合には、前述の実施の頻度にかかわらず実施する。

#### ②状況把握

- ・ 沢海床固及び渡場床固周辺の深掘れ状況については、定期横断測量及び出水後など必要に応じて深浅測量を行い監視するものとする。
- ・ また、毎年、出水期前、最渇水期（異形ブロックが露出した時）、出水後など必要に応じて、両床固における異形ブロックの流失、変位が把握できるよう定点写真撮影（河川巡視、堤防点検と兼ねる）を行い、過去からの変化が容易にわかるようにまとめるものとする。

#### ③維持管理対策

- ・ 渡場床固・沢海床固の維持管理については、大きな出水後には測量等の調査を実施して変位・深掘れ等の変状把握を行い必要な措置をとる。
- ・ 目視確認できる変状があり、河床変動、施設の老朽化等により対象施設が所定の機能を維持できなくなった場合に対策の可否を検討し補修する。
- ・ 渡場床固については、下流の河床高が施設の安定計算より求められた基準高を下回った場合を目安とする。
- ・ その他、継続監視により、大きな年変動（沈下量の増加、クラック幅の拡大等）の有無も判断材料とする。

これらの対策は河川構造物の維持管理行為における監視・分析対策であり、河道の維持管理対策と言えない。必要な措置として河道形状を維持する行為は河道の維持管理対策と言えよう。

なお、渡場床固は、旧河道が網状に分布し洪水を繰り返したところに設置されており、河道の安定と河床洗掘防止のため、昭和 29 年～32 年にかけて設置された。昭和 51 年～52 年には深掘れ対策として、8t～16t の異形ブロックを約 3,400 個設置して大補修を行っている。



図 6-1 現在の渡場床固

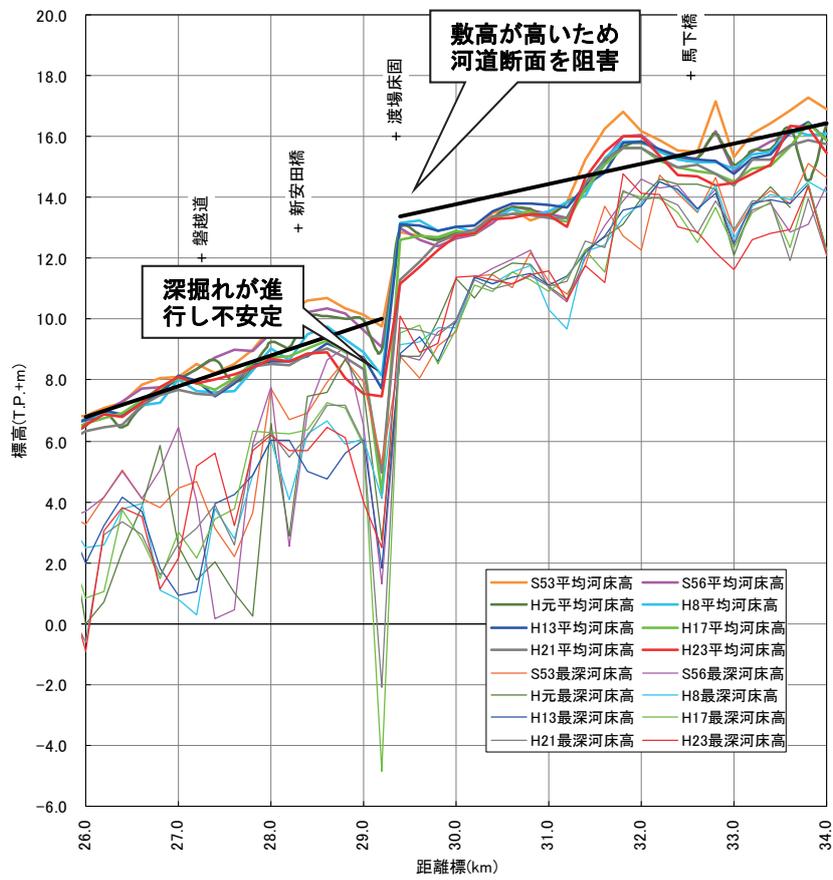


図 6-2 河床高の経年変化

事例 黒部川愛本床止め護床工の被災と維持管理

黒部川（富山県黒部市）愛本地点は黒部川扇状地の扇頂端に位置し、治水の要となる地点であるが、平成23年6月洪水（流量 約 1,000m<sup>3</sup>/s）により愛本堰堤下流部において河床が洗掘され、根固ブロックが流出した。

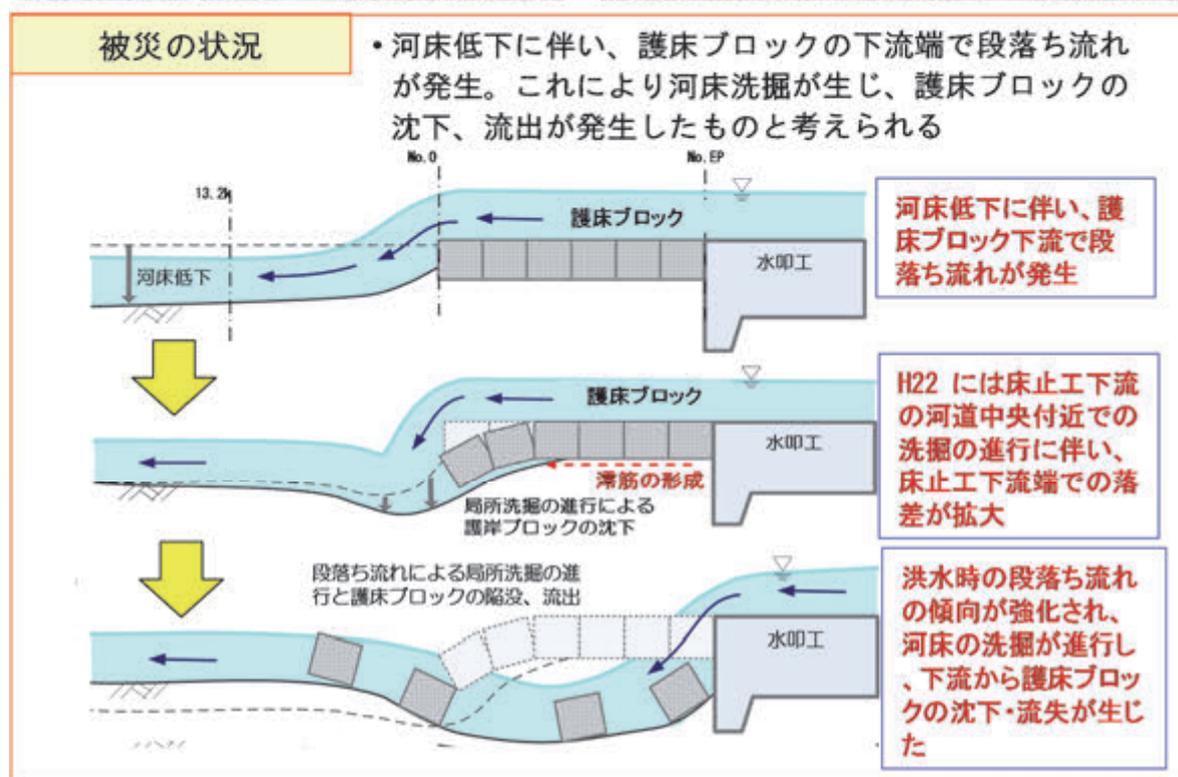
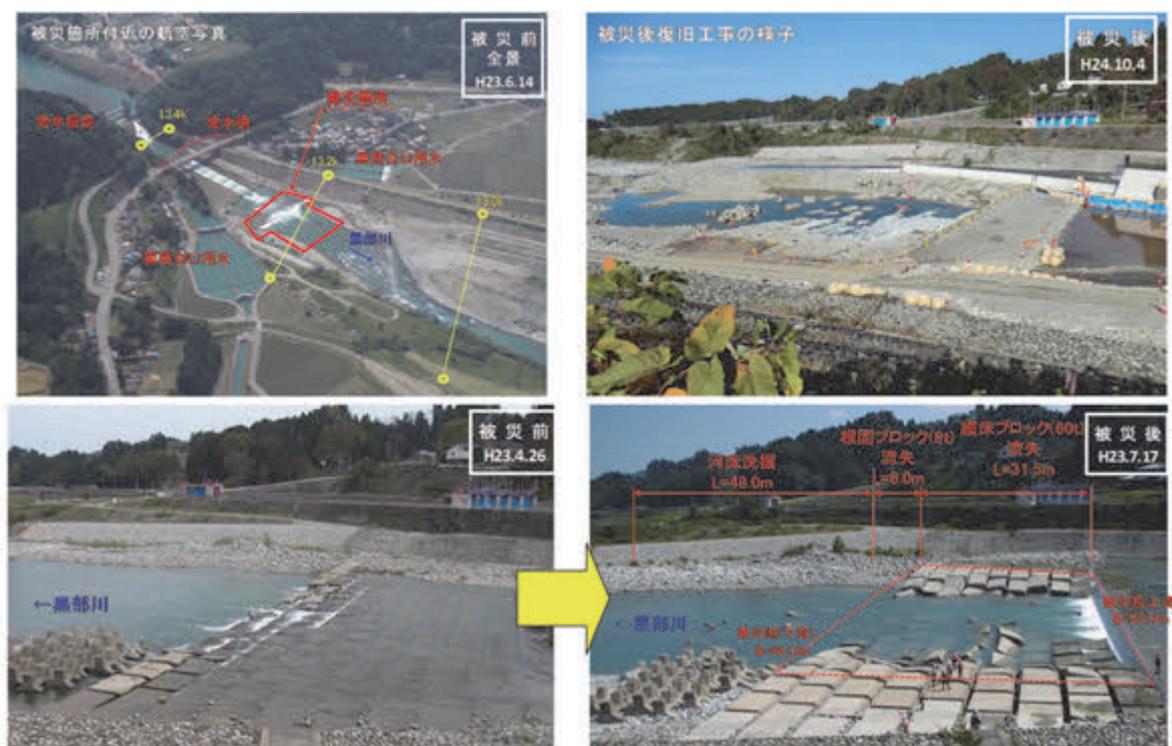


図 6-3 愛本床止め護床工被災の状況

## ①維持管理の考え方

愛本床止め護床工の被災は、護床工下流の一連区間の河床低下によるものが大きい。このため、再度被災の防止にあたっては、以下に示す維持管理（河道状態の把握）を確実にを行い、異常と判断された場合に詳細な調査を実施し対策方針を定めるものとした。

- ・ 平均・最深河床高の経年的・縦断的整理（傾向の把握）
- ・ 横断重ね合わせによる低下傾向の把握
- ・ 航空写真による河道変遷（砂州，植生：樹木群）の把握
- ・ 洪水後の河床変化の状況（横断測量，航空写真，目視での確認等）

**メモ 床止めの設計**

以下の資料が参考となる。

- ・ 財団法人国土開発技術研究センター，1998；床止めの構造設計手引き，山海堂。

注）構造設計に当たっては、床止め頭部の上流河床からの浮き上がり高および下流河床低下高を河床変動計算等により評価し、その評価結果を用いて構造物に働く外力を設定し構造設計しなければならない。

## 6.2.3 橋脚

橋脚は、橋脚周辺の河床および流水の変化に対して安全性が確保されるように設計されている。しかし、河道の変化（平均河床高の変化，低水路法線形の変化等）により、構造物の設計条件である外力条件，設計対象河床高を超える外力・河床低下が生じ、橋脚の安全性が確保できなくなる恐れがある場合は、橋脚周辺の洗掘に耐えられるように、根固め工の追設，基礎工の補強を実施しなければならない。

河道内に橋脚が設置されると、橋脚周辺において流れが局所的に変化し、それに伴って河床洗掘や河岸侵食を引き起こす。橋脚による影響の主なものは次のとおりである。

## ①橋脚付近における水位上昇と上流側での堰上げ

河道内に橋脚が存在すると、その構造物の流体抵抗により水位上昇が引き起こされる。

## ②橋脚周辺の流向・流速の変化と洗掘

河道内に設置された橋脚の前面では水位の堰上げが生じ、橋脚の側面で高流速が発生する。このような流れが生じると堤防近傍に設置された橋脚においては堤防の侵食等が生じる原因となる恐れがある。



図 6-4 出水時における橋脚周辺の水面状況  
(姫川)

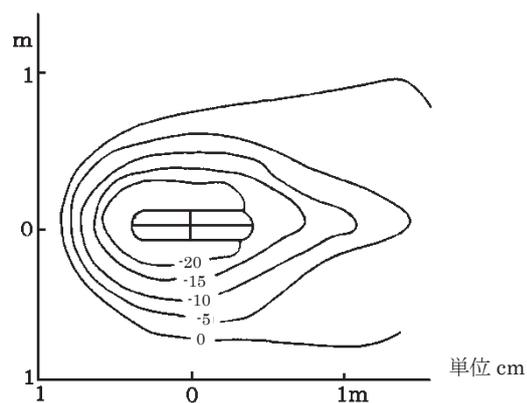


図 6-5 移動床模型橋脚による洗掘深形状の  
例：水深 36cm, 橋脚幅 20cm, フィールド数  
0.63, 水深粒径比 1640 (須賀他, 1982)

### ③橋脚付近の局所流による洗掘・堆積

橋脚の周辺では、局所的な流れの変化によって河床が図 6-5 に示すようにすりばち状に洗掘される。

### ④維持管理の考え方

橋脚は、その構造物自体で生じる構造物周辺の河床および流水の変化に対して安全性が確保されるように設計されている。しかし、河道の変化（平均河床高の変化、低水路法線形の変化等）により、構造物の設計条件である外力条件、設計対象河床高が変わり、構造物の安全性が確保できなくなる恐れがある場合は、構造物周辺の洗掘に耐えられるように、根固め工の追設、基礎工の補強を実施するのが通例である。橋脚保護のため直下流に床固め工、落差工を設置することもある。

## メモ 橋脚周りの洗掘深の評価

橋脚周りの洗掘深の評価については、以下の資料を参照されたい。

- ・須賀他(1982)：橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討，土木研究所資料第 1797 号
- ・宇多他(1993)：治水上から見た橋脚問題に関する検討，土木研究所資料第 3225 号

#### 6.2.4 取排水施設

樋門、樋管等の堤防横断工作物は、沿川の基礎地盤が軟弱な場所に設置される場合が多く、堤防や周辺地盤の不等沈下、流水や流下物による衝撃、地震等により、変形や損傷等を受けやすい。また、前面の土砂堆積、河床低下に伴う水位低下による取水不能および構造物の被災による施設機能の喪失が生じることがある。

このような状態が生じた場合は、必要に応じて維持対策・補修対策を実施するものとする。

航空写真等を用いた河道の変遷状況の把握により、流向、水衝部の変化状況を把握するとともに、定期縦横断測量成果を用いて経年的な河床高の変化から土砂移動の状況を把握し、取水等への影響や変形、損傷等の受けやすさについて、また、必要に応じて水理計算（準二次元不等流、平面二次元不定流）等を行い、当該施設及びその周辺の流速（流向）を把握し、施設の機能について分析・評価する。

堆積土砂による機能障害に対する維持対策としては、取水施設付近に堆積する土砂の掘削、堆積量を軽減させるような周辺砂州の掘削、低水路法線の修正等を実施する。構造物の変形・構造物周りの空洞が生じた場合には、必要に応じて補修対策を実施するものとする。

水位低下による取水障害に対しては、上流に向けた導水路掘削とその維持、あるいは導水構造物の設置等の対策が考えられる。

#### メモ 構造物維持管理用河床高の設定

現在、河川整備計画立案における河道計画には計画河床高と言う概念はない。平成9年の河川法改定前の工事実施基本計画には計画河床高と言う概念があり、この河床高となるように河川工事を実施し維持管理を行うという前提であった。

平成の時代に入り、河川の河道形状は変化するものであり、変化が河川環境（河川生態系）のユニークさ、生物多様性の根拠であるという観点が強くなり、河道形状管理から流下能力管理に技術体系がシフトしたのである。

しかし、河川構造物の安全度の確保という維持管理行為に当たっては、構造物基礎工周辺の河床高変化が構造の破損・損傷する可能性があるかないかの判定が必要である。この判定用の河床高を維持管理用河床高と言うことにする。

河川構造物は設置当時の河道状況および設計基準に則り設置されたものである。従って、河川構造物の維持管理用河床高の設定に当たっては、個々の河川構造物の設置当時の設計基準、設計条件およびその後の補強工事、現在の設計基準、現状河道の状況という情報をもとに設定する必要がある。

重要構造物である橋梁、堰等の横断構造物については、個々の構造物ごとに維持管理用河床高を評価する必要があるが、評価のための基礎情報は取得可能である。

一方、護岸・水制は評価対象構造物が多く、また設置から50年以上経過しているものもある。これらは、評価のための情報が不足し、評価するのが困難であるものが多い。このため、古い護岸・

水制は維持管理用河床高の設定が困難であり，変状情報に基づいて，その必要性の判定，修復費用の判定を得て，維持管理方針を取らざるを得ない。

#### 参考文献

- 宇多高明，高橋晃，伊藤克雄(1993) 治水上から見た橋脚問題に関する検討，土木研究所資料第 3225 号.
- 財団法人国土開発技術研究センター(1998) 床止めの構造設計手引き，山海堂.
- 須賀堯三，西田祥文，高橋晃，坂野章(1982) 橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討，土木研究所資料第 1797 号.
- 山本晃一(2003) 護岸・水制の計画・設計，山海堂.



---

河川総合研究所資料 第33号

平成30年10月編集・発行

ISSN 1347-751X

河道の維持管理論

編集・発行 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町 11-9

TEL 03-5847-8304 FAX 03-5847-8309

URL <http://www.kasen.or.jp> E-mail [info@kasen.or.jp](mailto:info@kasen.or.jp)

印刷・製本 株式会社サンワ

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 2-11-8

TEL 03-3265-1816 FAX 03-3265-1847