

長良川中流部の多自然型川づくりに関する検討

Study on Developing Nature-Rich River in Mid-stream of Nagara River

研究第三部 主任研究員 鈴木 金 治
研究第三部 次 長 梅谷内 信 夫

We studied a plan for developing a nature-rich river in the mid-stream area of the Nagara river.

The goal of our study is the preservation and creation of beautiful natural scenery, with consideration of good habitats for existence and growth of natural life which the river originally possessed.

The plan was also studied from the viewpoint of river bed stability.

Key words: Creating "nature-rich" river, river bed fluctuation characteristics, two-dimensional bed configuration analysis

1. はじめに

長良川は、岐阜県郡上郡高鷲村の大日岳に源を発し、山間部を南流し、同郡八幡町において支川吉田川、亀尾島川を、美濃市の北で最大支川板取川を合わせたのちさらに南流を続け、関市の北西で支川武儀川、津保川を合わせ岐阜市街地に達する。ここから下流において扇状地を形成し、支川伊自良川等を合わせながら南下し、三重県桑名市の東部で揖斐川に合流して伊勢湾に注ぐ、流域面積1,985 km²、幹線流路延長158kmの一級河川である。

この長良川の中で今回検討の対象とした関市小屋名地区（距離標63.8k~65.8k）は、中流部の中で保戸島地区と合わせて優先して治水安全度の向上が求められている地区であり、築堤、河道の拡幅及び河床掘削が計画されている。

検討対象地区は今川分派点の直上流地区にあたり、現行の河道計画に基づく改修は上下流に新たな河床変動を生じ、治水と利水に問題を生じる可能性があるため、その河床変動特性を踏まえた施設計画とし、河川改修がもたらす水衝部、局所洗掘の位置や規模の変化

を予測すると共に、今川の利水に対する問題を生じないように計画とする必要がある。

一方、これまで河川改修に際しては治水機能の確保を最優先とした施設計画が採用されてきたが、近年、安全性の確保と生態系の保全に配慮した河川改修をいかに行うかが重要な課題となっている。

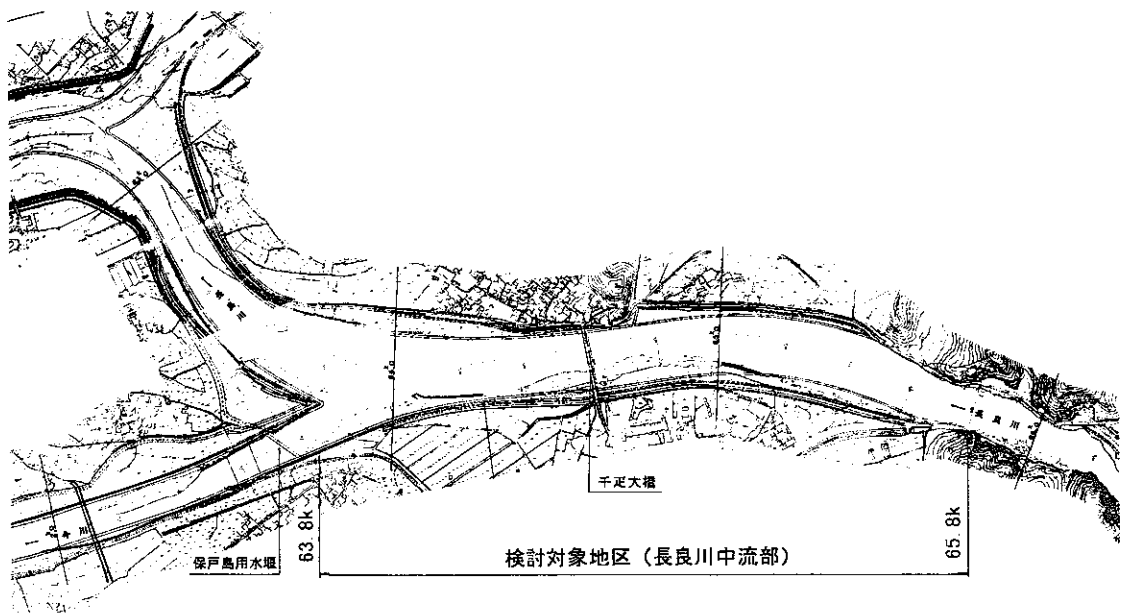
以上のような背景を踏まえ、本検討地区において、河川が本来有している生物の良好な生育・生息環境に配慮し、合わせて美しい自然景観を保全あるいは創出を目指すと共に、河床の安定性に配慮した多自然型川づくりの計画を検討した。

2. 多自然型川づくりにおける課題

長良川及びその流域の現状と問題点を把握するため、文献、聞き取り調査を行い、さらに河川生物、景観等については現地調査を実施した。その結果に基づき、多自然型川づくりを検討するにあたっての課題を抽出した。

2-1 治水・利水上の課題

検討対象地区は、過去において幾度も浸水被害を生じており、その治水安全度の向上が



図一 1 検討対象地区平面図

Fig. 1 Plane view of area studied

課題となっている。本地区の治水安全度の抜本的向上のためには、大規模な河床低下を伴う河床掘削が不可欠であるが、その実施は治水計画、下流側から進める必要があり、河道の安定性からみても、本地区のみ河床掘削を行うことは問題となる。

したがって、本地区の整備としては、下流側の治水整備と整合をとりながら進めることから、河床掘削に着手するには相当長期間を要するものと思われ、当面、築堤、護岸を先行して整備することとなる。

一方、本地区の河床材料は砂利であり、河床変動が流下能力と治水施設の安全性の面で問題となる。現状では概ね安定流路が形成され、水衝部も概ね固定されているようであるが、水衝部における河岸侵食力は大きなものがあり、多自然型川づくりを行うにあたっての治水施設の整備に際しては水衝りを適切に予測し、必要な強度を有する施設対策を行うことが重要である。

さらに、検討対象地区直下流で今川が分流しており、そこには保戸島用水取水堰があり、

用水取水量の確保のための平水時の分流と出水時の高水の安全な分流をいかに確保するかは、本地区の重要な問題であり施設計画にあたって線形や工種、構造を適切に計画する必要がある。

治水・利水の課題

- ・ 現況河道の治水安全度の向上
- ・ 適切な整備水準の段階的施工
- ・ 治水安全度を確保する護岸・根固等の治水施設のあり方
- ・ 洪水の適正な分流
- ・ 保戸島用水の取水の確保

2-2 生物の生息環境の課題

検討対象地区の長良川は瀬と淵が交互に出現し、既設水制のまわりの深掘れ部やその裏側の静水域、浅水域の存在などが水棲生物の生息にとって好ましい多様な環境を形成している。また、検討対象地区下流側左岸には、ムクノキーエノキ群落からなる河畔林があり、鳥類の採餌場、休息場として重要な環境を提供している。

一方、現行改修計画によれば、計画流量を流下させるための河積を確保するため、大規模な河床掘削が計画されており、そのもとでは上述の貴重な自然環境が損なわれるという問題がある。また、これまでの護岸は、非孔質でかつ直線的、単調な河岸を形成し、生物生息環境の多様性を減じるという問題があり、好ましいとは言えない。さらに、単断面的な河床掘削は早瀬を平瀬、トコに変える作用があり、流れの多様性を損なうおそれがある。

生物の生息環境に関する課題

- ・ 現存する多様な水棲生物の生息環境の維持、増進を図る河岸保護施設のあり方
- ・ ムクノキエノキ群落を中心とする河畔林の保全あるいはミチゲーションのための河道計画のあり方
- ・ 関市の鳥でもあるカワセミの生息環境の確保
- ・ アユ等の漁場の維持

2-3 水辺空間利用の課題

千疋大橋上流には広い河原に砂州が発達し、右岸や河床に岩の露頭もあって自然性に富むことから、夏を中心に水遊びやバーベキューといった利用が行われている。

また、左岸にはサイクリングロードの整備が進められているところであり、千疋大橋下流左岸には堤内地に駐車場、駐輪基地の構想があることから、自然環境の保全と自然の豊かな長良川を有効に利用したレクリエーション施設との調整を行うことが求められ、保全区間と利用区域のゾーニングを適正に行う必要がある。

空間利用の面からの課題

- ・ 水遊びやバーベキューに適した河原の保全
- ・ サイクリングロード整備に配慮した河川整備のあり方
- ・ 空間利用と自然環境保全との調整及び適正化

2-4 景観形成の課題

現存する河畔林と水面のおりなす景観は自然豊かな長良川の特徴的な景観であり、これを保全・増進することが重要である。また、千疋大橋上流の砂州やそれによって生じる瀬と淵の景観や河床の露岩も特徴のあるものである。これらの景観はいずれも自然豊かな川づくりを進める中で良好な景観づくりに役立つことになる。



図-2 現況写真(63.9kより上流を望む)

Fig. 2 Present conditions (view of upstream area from 63.9k point)

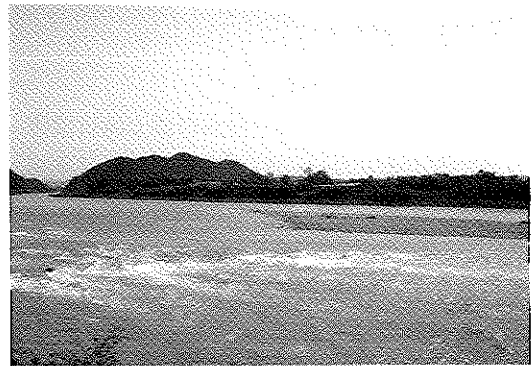
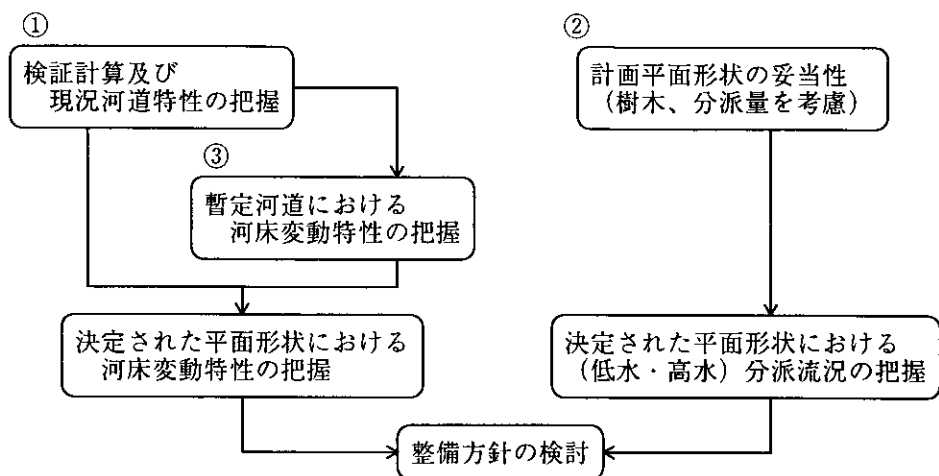


図-3 現況写真(64.7k右岸より上流を望む)

Fig. 3 Present conditions (view of upstream area from right bank at 64.7k point)



図一 4 2次元解析検討フロー

Fig. 4 Process of two-dimensional flow analysis study

一方、今川分派点上流の広大な湛水面を形成する景観は、保戸島用水取水のための水位維持行為の結果として生じているものであり、今後保戸島用水が存続する限り、大きな変化は生じないものと判断できる。

景観の面からの課題

- ・瀬・淵・州・露岩・保戸島用水堰上流の湛水面等の多様な水辺空間から河畔林にかけての特徴ある自然景観の保全
- ・河道整備による護岸露出や単調化等の景観阻害要因の排除

3. 河床安定性の検討

検討対象区間は今川分派点の直上流に位置していること、及び 64.1k付近左岸には水制（猿尾）が設けられており、掘削や水制の形状変更を伴う河岸の整備が分派点や分派後の本川と今川の河床安定性に影響を及ぼし、新たな問題を生じることが懸念される。

また、検討対象地区左岸の掘削に伴う、川幅と低水路法線形変化が蛇行特性を変える可能性が大きく、今後の堆積・洗掘と水衝部の

変化を予測することは、多様な生態環境づくりをめざす河岸施設計画検討においてきわめて重要である。

さらに、高水時の今川分派量の適正配分は計画河道の平面線形が重要であることから、今川分派点上流左岸のムクノキーエノキ群落を保全した場合の平面流況を把握した上で適切な計画とする必要がある。また、平水時は今川で取水しており、今川側に流入することが大切となる。

このことから、検討対象地区について、2次元平面流況解析モデル、2次元河床変動計算モデルを作成し、現況河床の安定性と水理・河床変動特性を把握すると共に、計画する施設下での河床変動を予測し、これを適切に施設計画に反映するものとした。

3-1 検証計算及び現況河道特性の把握

(1) 方法

将来の河道形状を検討する上で、河道形状の変化に伴う河道特性を把握するため、2次元河床変動計算モデルを用いて現況河床変動特性及び流況の把握を行った。

モデルの妥当性の判断基準は、計算結果に

より以下の特性を把握し、これが現況河道と大幅に変化しなければ妥当と判断することとした。

- (a) ミオ筋（水衝部、水裏部）の位置
- (b) 洗掘・堆積傾向
- (c) 河床の土砂変動量

(2) 結果

河床材料粒径として、今後堆積が予測される粒径78mmを設定し、河道形成に支配的な流量と考えられる平均年最大流量(2,500m³/s)が流下したケースを基に現況河床と計算結果を比較した結果、モデルが現況河道の上記特

性を概ね反映していたことから、このモデルが妥当であり、暫定河道への掘削等に伴う川幅や低水路法線形の変化が蛇行特性・水衝部の変化・洗掘堆積に及ぼす影響を把握することが可能なモデルと判断した。

3-2 計画平面形状の妥当性

(1) 方法

既将来計画に対し、左岸の樹木群の保全を目的に計画の一部を修正した平面・横断河道を設定し、樹木の状況が反映でき、今川への分派流況の把握が可能な2次元浅水流による平面流況解析モデルを作成した。

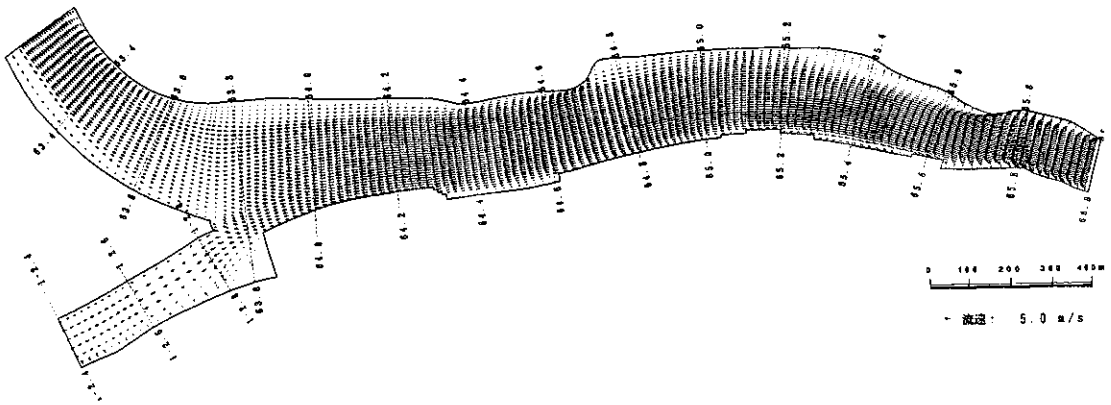


図-5 流速ベクトル図（一次設定）

Fig. 5 Flow velocity vector diagram (primary plan)

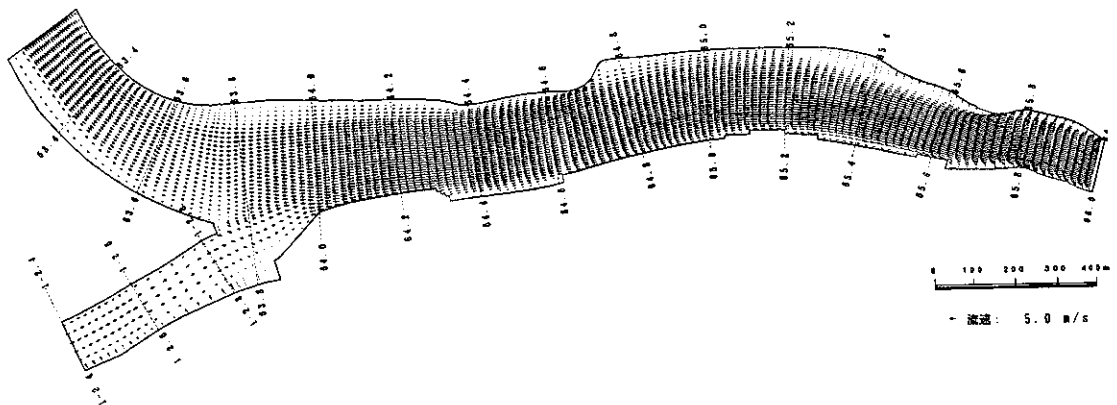


図-6 流速ベクトル図（二次設定）

Fig. 6 Flow velocity vector diagram (secondary plan)

これにより計画平面形状が分派流況に及ぼす影響等の把握を行い、今川計画高水流量配分を確保できる計画平面形状を検討した。

(2) 一次設定計画河道による結果

計画流量配分の本川4,400m³/s、今川2,200m³/sに対し、一次設定した計画平面横断形状の河道における分派流量は本川4,600m³/s、今川2,000m³/sとなり、計画の流量配分を満足できない結果となった。

この原因としては、63.8k~64.0kの平面形状では今川の分派口が狭く、分流しにくい形状をしているためと思われる。

(3) 二次設定計画河道による結果

一次設定した計画河道形状を基本とし、今川分派口を拡幅した平面形状を設定した。

これにより計算した結果、二次設定した計画河道による分派量は、本川 4,391m³/s、今川2,009m³/sとなり、現行計画流量配分に近い分派量が得られた。このため、今後の検討においてはこの二次設定計画河道を基本にすることとした。

3-3 暫定河道における河床変動特性の把握

(1) 方法

治水上の課題で述べたように、河床掘削に着手するまでに相当長期間を要するため、暫

定の河道形状を設定した。ここで設定した暫定河道は、計画高水敷高より上を前節の二次設定計画河道とし、計画高水敷高より下を現況河道とした。

この暫定河道平面形状での流水の変化や、掘削等に伴う川幅や低水路法線形の変化が蛇行特性・水衝部の変化、及び洗掘堆積に及ぼす影響を2次元河床変動計算を行い把握した。

検討ケースは、対象流量と河床粒径の組み合わせにより4ケース実施した。

対象流量：2,500m³/s (平均年最大流量)

5,000m³/s (既往最大流量)

河床粒径：78mm (将来堆積が予想される粒径)

150mm (現況河床表層の平均粒径)

(2) 結果

河床粒径が78mmのケースの場合、河床変動特性を顕著に現し、河岸等への掃流力の強弱を把握しやすい粒径であることから、この場合の暫定河道の河床変動特性を整理し、今後の整備計画へ反映させるものとした。

また、設定した流量に関しては河床変動、蛇行、低水路の形成等を支配する平均年最大流量における河床変動特性を重視し、図-7の様に整理した。

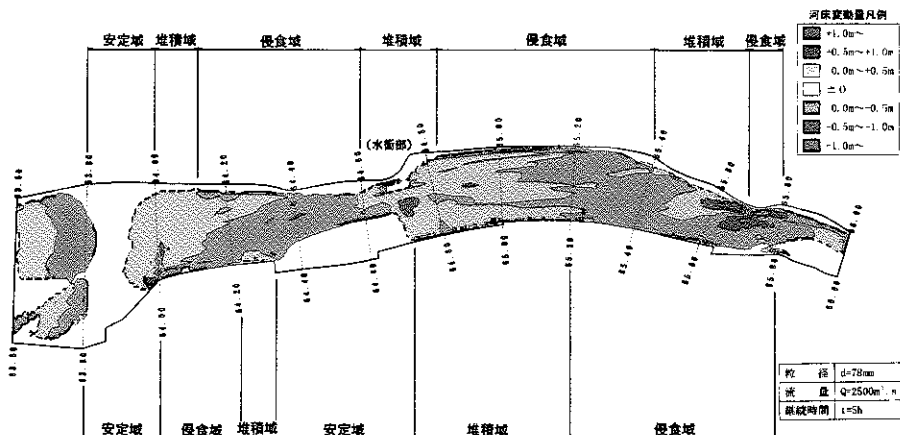


図-7 暫定河道特性

Fig. 7 Provisional plan river characteristics

4. 基本方針の設定

4-1 基本方針

前章までに検討した結果を踏まえて、治水・利水、自然環境（生態系）、河川利用（親

水活動）、河川景観の面から多自然型川づくりにおける基本目標及び基本方針を図-8のとおり設定した。

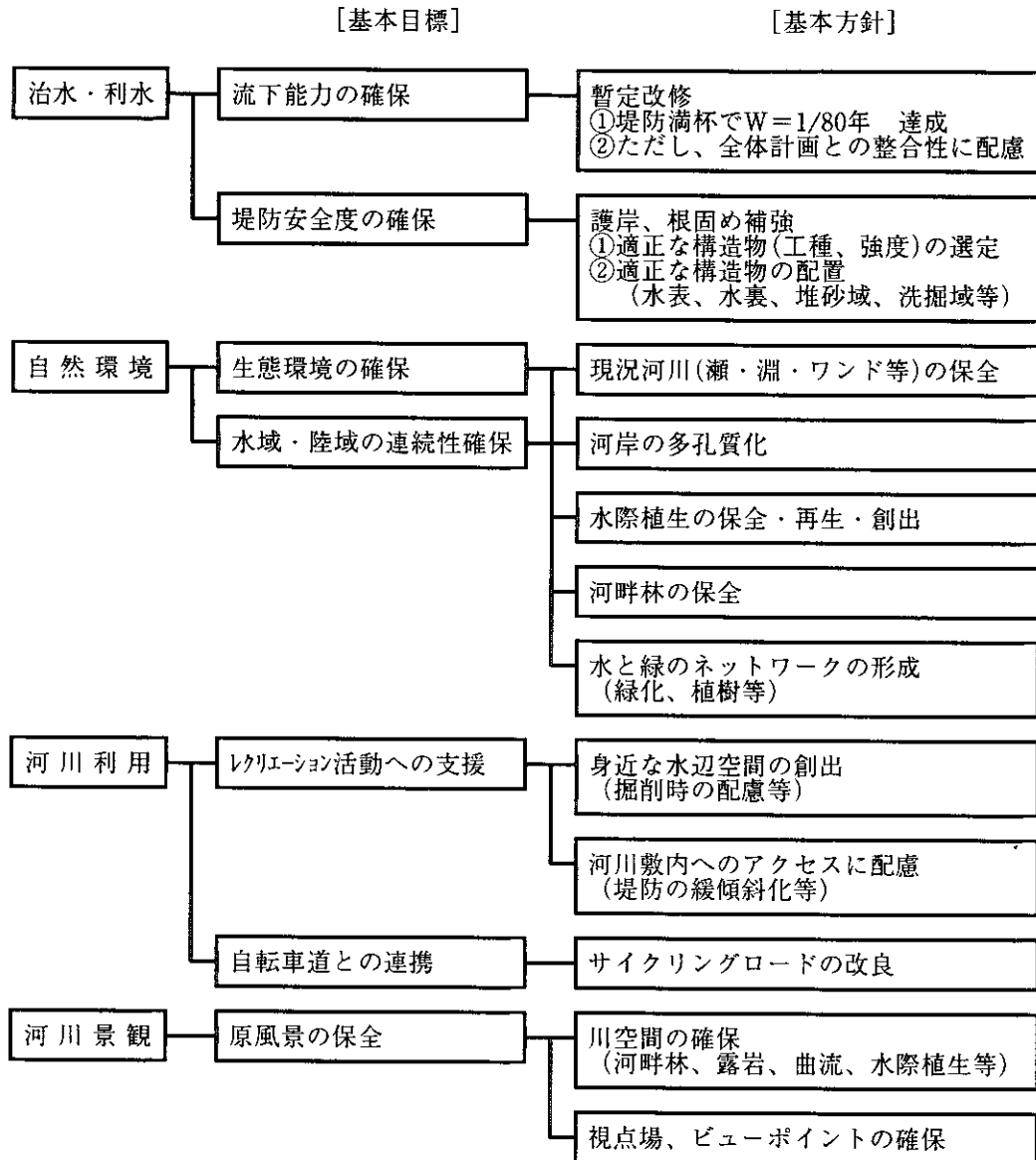


図-8 基本目標及び基本方針

Fig. 8 Fundamental objects and basic principles

4-2 ゾーニング

本検討対象区間の特徴ある自然生態環境の分布、人々の河川利用の実態と期待及び周辺自転車道整備等の上位関連計画を踏まえて検討した基本目標、基本方針をもとに、豊かな生息環境の保全を中心とした「自然環境保全ゾーン」と自然環境を生かした親水活動を中心とした「自然環境利用ゾーン」に分けて区間を設定し、機能分担を図った。以下にその概要を示す。

(1) 自然環境保全ゾーン

【環境創出エリア】 …63.8k~64.0k

- ・自然度の高い河畔林と水際を再生・創出する

【象徴エリア】 …64.0k~64.3k

- ・自然度の高い河畔林を保全することにより、連続性のある緑が眺望できる
- ・背後に広がる田園風景とともに自然度の高い景観を形成し、中流部の自然環境を象徴づけている。
- ・魚の隠れ場や生息に適した環境をそのまま残しつつ、新たな生息環境を創出する。

【環境向上エリア】 …64.3k~64.5k

- ・掘削の工夫により、止水性の浅水域を形成するなど、多様な水域・水際環境を創出する。

(2) 自然環境利用ゾーン

【親水エリア】 …64.5k~65.2k

- ・砂州の発達を見守り、瀬と淵の形成を期待する。
- ・自然型余暇活動のひとつである釣りをはじめ、砂州を利用したバーベキューなど自然と直にふれあう環境を創出する。
- ・清流自転車道からアクセスできる河川景観の眺望場を設ける。

【景観エリア】 …65.2k~65.8k

- ・川の流れ、多様な水際、背後の樹林帯及び山並み等が一体となった心象風景の保全・創出を目指す。

5. 整備計画の検討

5-1 施設配置計画の検討

前章において設定した基本方針を実現するための対策工及び施設配置について検討した。施設配置は、安定域、堆積域、洗掘域という河床変動特性によって区分された5ブロックそれぞれに分けて考え、最適な対策工を選定した。

(1) 対策工選定の留意点

【治水安全度】

① 河道流下能力

- ・現況河道が暫定改修目標（堤防満杯で1/80年確保）をほぼ有していることから、河床掘削を実施しないことを前提とする。
- ・現況河道流下能力に相対的に余裕のある区間については、緩傾斜堤防が堤体安全度の向上につながるとともに、親水性と法面緑化に有効である。

② 堤体安全度

- ・水衝部や洗掘域については、堤体法面あるいは堤脚部の根固めに必要な強度をもたせる。
- ・水裏部、堆積域については、比較的簡易な対策を行う。

③ 背後地状況

- ・堤内地盤高が低く、人家のある区間については、治水安全度を十分に有した対策工を選定する。
- ・堤内地盤高が高く、人家のない区間は、現況河岸が安定していれば、積極的に対策工を実施する必要はない。

【対策箇所毎の目標】

① 低水路内

- ・現況河床形状の保全を前提とする。

② 水際部

- ・河床変動傾向に応じた対策工を選定する。
堆積域…植生に配慮
洗掘域…魚類に配慮
安定域…植生・魚類に配慮
- ・洪水時には洗掘域となることが予想される

区域で、現況（平水時）では洗掘していない箇所については、植生にも配慮する。

③ 堤防・高水敷

・植生（河畔林）の保全・創出、親水性の向上、景観の保全・創出の、それぞれの目的に応じて対策工を選定する。

【暫定改修としての位置づけ】

・現況の低水路河床が将来計画河道の高水敷高である等の現状を踏まえ、将来計画河道との整合性に留意する。

(2) 対策工の選定

ここでは、河床変動特性の領域（堆積域、安定域、洗掘域）及び対策箇所（堤防法面、水際、低水路内、高水敷）毎に、一般的に考えられる対策工の中から、前項において整理した留意点を考慮し、区間毎の対策工の選定を行った。その結果を表-1に示す。

5-2 工法の検討

前節で選定した対策工のうち、河道特性諸量等より諸元の定まるものについて検討した。

(1) 捨て石

【粒径】

検討区間内の水理量（暫定計画流量流下

時）による掃流力から移動限界粒径を求め、これを捨て石の最小必要粒径とした。ここでは、平坦河床部の粒径及び法面上の粒径をLaneの式より算出した。その結果は以下のとおりであり、これを対策工に適用することとした。

平坦部：8.3~28.1cm

法面上(5割)：9.0~30.5cm

【水制状に施す場合の配置】

水制の実態調査結果を基に、その統計的平均値を整理し、長良川において捨て石を水制状に配置する場合の目安とした。この検討結果を以下に示す。

水制角度：流向に直角

水制高：1.5m(平水の水面上0m)

水制長：10m

水制施工勾配：水平

水制間隔：30m

(2) 籠マット

検討区間内の水理量（暫定計画流量流下時）による摩擦速度から、籠マット設置の適否と必要な籠マットの厚さを検討した。

表-1 施設配置計画

Table 1 Facility arrangement plan

ゾーン	エリア	領域区分	区間	保全対象	再生・創出対象	堤防・高水敷法面		水際・低水路法面		高水敷	
						目的	対策工	目的	対策工	目的	対策工
自然環境保全	環境創出	安定域	63.8k ~ 64.0k	河畔林早瀬	水際植生浅水域ワンド	現況保全	なし	水際植生の再生浅水域の確保多孔質化	緩傾斜の創出ワンドの創出捨て石	現況保全	なし
	象徴	洗掘域	64.0k ~ 64.3k	河畔林ワンド多様な水際	(より多様な水際)	現況保全	なし	より多様な水際の創出	捨て石(水制状)	現況保全	なし
	環境向上	安定域	64.3k ~ 64.5k	浅水域	ワンド植生	植生の再生	か'マット+覆土	水際植生の再生浅水域の確保多孔質化	ワンドの創出捨て石	-	-
自然環境利用	親水	堆積域	64.5k ~ 64.7k	河原浅水域	植生親水性	堤防法面の緑化	緑化連接'ロック	河岸保護親水性の向上	か'マット+覆土	親水性'サイジング'ロード'の改良	高水敷整正坂路設置(自転車)
			64.7k ~ 65.2k	河原	植生親水性	親水性植生の再生	緩傾斜の覆土樹	堤脚の保護親水性	捨て石+覆土	-	-
	景観	洗掘域	65.2k ~ 65.8k	河畔林水辺植生	景観	植生の創出	か'マット+覆土	堤脚の保護多孔質化	捨て石(水制状)	現況保全	なし

摩擦速度に応じた籠マットの適用範囲は、設計施工基準に以下のとおり示されており、これを基に長良川への適用の可否を検討した。

籠の厚さ		30cm	50cm
中詰め材料の粒径		5~15cm	15~20cm
摩擦速度 cm/s	法勾配 (水平~1:5)	40以下	40~50
	法勾配(1:3)	37以下	37~50
	法勾配(1:2)	35以下	35~45

その結果、法面が2割の場合には、籠の厚さが50cmでも適用不可となる箇所もあったが、法面が3割~5割では籠の厚さが30cmもしくは50cmのものが全区間に適用可能であった。

5-3 緑化計画

ここでは、検討対象地区における緑化計画の基本的な考え方を整理した。

河川敷の自然環境は、洪水や濁水の度重なる影響を受けている。このような影響を受けながら、動的変化を伴いつつも一過的な状態であるが動的平衡を保ち、現在にみる植生環境を形成している。このことから、河川空間そのものが山地・都市を貫く野生生物のコリドーの役割を有していることをまず認識し、対象地区の自然環境の保全を図りながら、防災的機能の向上、リクリエーション的に利用されるような緑地創生を図る必要がある。

緑地創生に関しては、生態系保全緑化の概念を取り入れることとし、実際には、自然立地基盤に相応する植生を抽出し、立地基盤の整備、植栽条件の整備（樹種選択、配植計画、植栽密度）、育成・維持管理の各ステージを時系列的に適切にコントロールしながら目標樹林へと誘導・維持していく。これができれば、地域生態系の修復機能をあわせ持った緑地創出ができるものと考えられる。

5-4 流下能力のチェック

前節の施設配置計画に伴い、対策後の流下能力について検討した。

まず、現存する樹木群を考慮して現況河道

の流下能力を算定し、それをもとに暫定計画、将来計画への対策及び施設を検討した。前提条件となる暫定計画、将来計画の目標とする流下能力については、以下のとおりとした。

暫定計画：計画堤防高満杯で1/80

(今川分派上流6,200m³/s)

将来計画：計画高水位で1/100

(今川分派上流6,600m³/s)

(1) 現況河道の流下能力

- ・概ね、現況で1/80の流下能力を確保できるが、65.4kで1/80水位が計画堤防高を越える。
- ・現況河道を殆ど改変することなく、暫定流量の確保ができる。

(ただし、65.2k左岸の樹木群を幅7m程度伐採が必要)

(2) 将来計画での流下能力の余裕の把握

将来計画において、樹木群がない場合では計画流量の流下が可能であるが、樹木群を考慮した場合どの程度流下能力に余裕があるか検討を行った。

- ・今川分派付近は、将来計画において流下能力に余裕があるため、64.0k左岸付近の樹木群は存置可能である
- ・親水エリアにおいて、64.6k~64.8kでは一部(計画肩から10m程度)植樹が可能である。
- ・64.8k~65.2kの区間では流下能力に余裕が無く、将来計画では樹木は存置できない。
- ・65.4k上流の景観エリアでは、将来的に存置可能である。

(3) 施設を配置した後の流下能力の把握

施設配置計画を基に、施設及び樹木群の存置を考慮して暫定計画流量での流下能力のチェックを行った結果、堤防満杯高での暫定流量の確保が確認できた。

5-5 整備計画図の作成

前項までに検討した事項を踏まえて整備イメージ図及び整備計画図の作成を行った。作成した整備イメージ図を図-9に、整備計画図を図-10に示す。

6. 今後に向けて

本検討においては、暫定河道時における多自然型川づくりについて検討を行ってきたが、多自然型川づくりにおける課題は本検討で整理したように非常に多岐にわたり、今後さらなる創意工夫や検討が必要であり、ここでは実施に向けての留意点や維持管理に関する留意事項を以下に整理した。

- ・緩傾斜堤防の施工にあたっては、整正された5割勾配ではなく、自然に近い起伏を持たせ、部分的に平場や散策路を設置することが望まれる。また、法面から水際にかけては、ある程度自然にまかせ、河原の形成を見守るとともに、必要に応じて捨て石等を施しながら、モニタリングしていくことが望まれる。
- ・籠マットは、親水性、景観上の面から覆土及び間詰めが必要であり、施工後においても、覆土及び表面植生の維持管理が必要で

ある。

- ・ワンドの計画地は河床安定域であるが、ワンド河岸の捨て石や巨石を施す位置についても、掘削後のワンド形状の推移の中で判断しながら、段階的に投入していくことが望まれる。
- ・捨て石は、根固め補強、河岸の多孔質化及び多様な水際環境の創出等の目的で行うことを念頭において実施するとともに、それらの効果が発揮されているかをモニタリングしていく必要がある。
- ・親水エリア内については、親水機能の維持が必要であり、利用実態をモニタリングしながら、適宜補修や草刈り等を実施していく必要がある。
- ・各区分毎の対策における施工後の問題点やモニタリング結果を整理し、今後の多自然型川づくりに資するものとする。

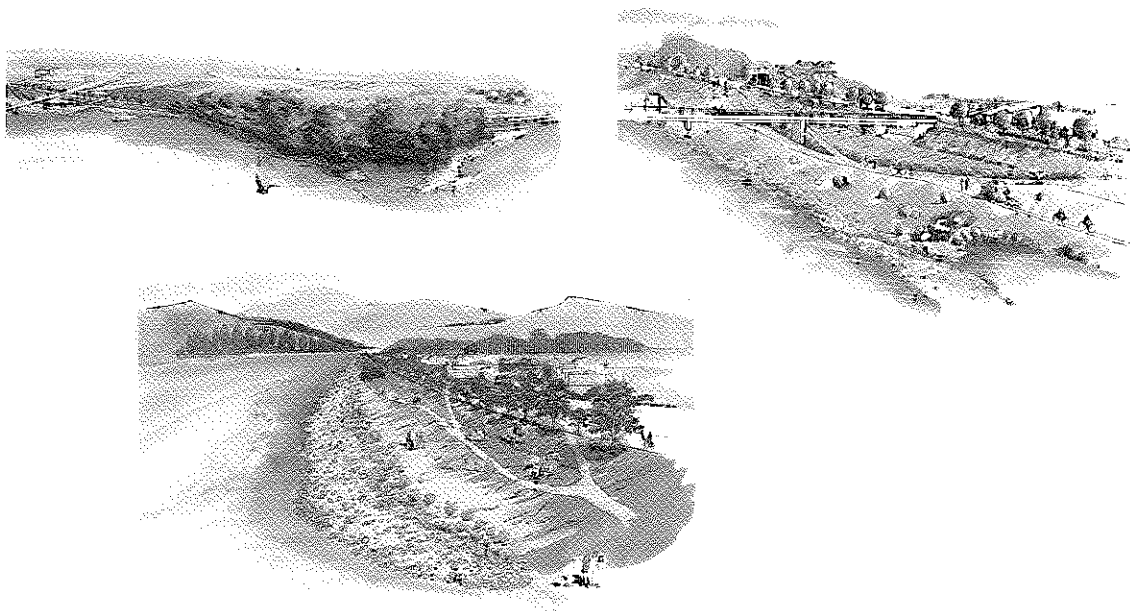


図-9 整備イメージ図

Fig. 9 Improvement image drawings

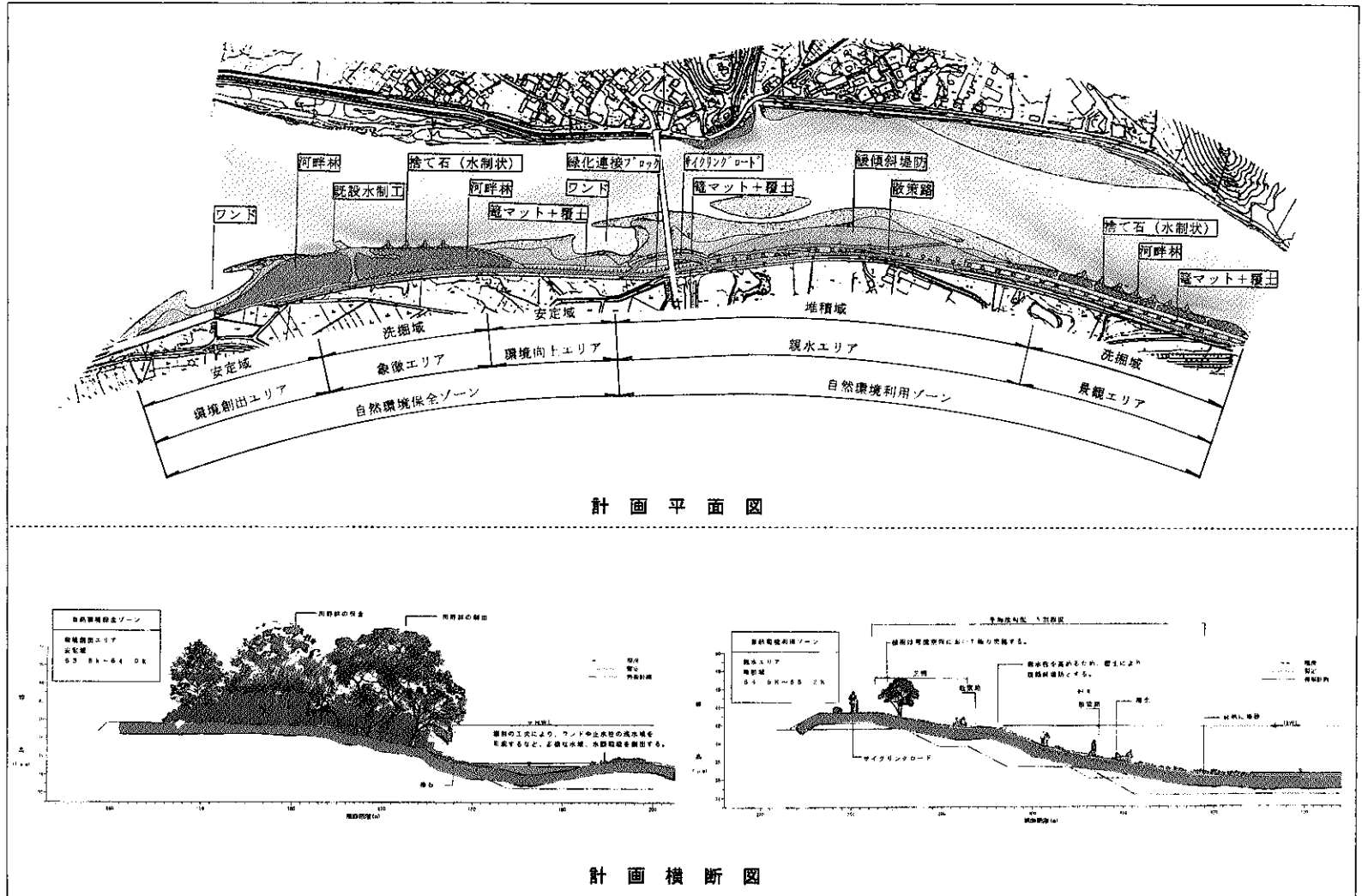


図-10 整備計画図

Fig. 10 Improvement plan drawing